EZIO CECCHINI

Tecnologia e Arte militare

SME

UFFICIO STORICO

STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
UFFICIO STORICO

EZIO CECCHINI

TECNOLOGIA ED ARTE MILITARE

ROMA 1997

PROPRIETA' RISERVATA

Tutti i diritti riservati

Vietata la riproduzione anche parziale
senza autorizzazione

© Ufficio Storico SME - Roma 1997

FUSA EDITRICE S.r.l. - Via di Malagrotta, 293 - 00050 Ponte Galeria - Roma

PRESENTAZIONE

All'arte della guerra sono connessi tutti i rami dello scibile umano; nell'attuazione dei loro compiti il comandante ed il suo stato maggiore si valgono di tutte le cognizioni e risorse che le scienze, le arti e le industrie possono procurare. Per ben preparare e condurre una guerra sono necessari studi ed approfondite conoscenze di materie e discipline a carattere politico ed economico, oltreché militare.

In tutti i conflitti bellici la vittoria ha arriso sempre a chi ha saputo impostare e coniugare al meglio strategia e tecnologia. Nelle due guerre mondiali, in particolare, la lotta ebbe il suo epicentro, oltre che sui campi di battaglia, anche nei centri di ricerca e progettazione, nelle fabbriche, nell'organizzazione del lavoro e della produzione, nello sfruttamento delle materie prime, nelle modalità di finanziamento dello sforzo bellico. L'esito del conflitto premiò la coalizione che seppe meglio impostare e realizzare, al di sopra delle dottrine d'impiego delle forze armate e dei principi dell'arte della guerra, una grande strategia politica, economica e militare. Nelle guerre moderne la stretta correlazione tra fattori militari e tecnologia si è ancora accentuata. Aerei invisibili, missili intelligenti, armi non letali ed altre invenzioni legate all'innovazione tecnologica applicate allo studio, progettazione e produzione di armamenti, hanno esasperato e condizionato oltre ogni limite, lo svolgimento e la conduzione di operazioni belliche.

Il presente volume esamina in maniera compiuta l'intima connessione tra gli armamenti ed equipaggiamenti bellici creati dall'ingegno umano per combattere e sopraffare i suoi simili fin dai tempi della preistoria e l'arte militare, ovvero il complesso di attività che si prefigge di organizzare, condurre e far combattere le forze armate.

Grazie alla pazienza ed alla disponibilità del Dottor Ezio Cecchini, l'Ufficio Storico Maggiore dell'Esercito ha così potuto realizzare un'opera che rappresenta l'evoluzione nei secoli della guerra, delle strategie, delle tattiche di impiego degli eserciti, marine ed aeronautiche, attraverso lo sviluppo tecnico dei sistemi d'arma in dotazione.

IL CAPO UFFICIO
(Col. c. s.SM Riccardo TREPPICCIONE)

INTRODUZIONE

Questo libro non tratta la storia della guerra fine a sè stessa, anche se sono talvolta descritte alcune operazioni militari destinate a ribadire alcuni concetti. Affrontando questo studio, il mio intendimento è stato quello di analizzare il ruolo determinante della tecnologia nell'arte militare e nello sviluppo e trasformazione della guerra, senza però dimenticare che, in questa, il fattore determinante è sempre stato il cervello degli uomini che comandavano altri uomini: fu l'applicazione del loro valido e creativo pensiero ai mezzi forniti dalla tecnologia a causare lo sviluppo dell'arte militare.

Napoleone non introdusse nè nuove armi nè nuovi mezzi, il suo principale impatto sulla condotta della guerra fu l'iniezione di nuove e immaginative idee nella grande tattica e nella grande strategia. Tuttavia, Napoleone commise il grande errore di non apprezzare nel giusto modo l'offerta di Fulton riguardante i battelli a vapore, l'impiego dei quali avrebbe potuto cambiare il corso della storia.

Nelle due guerre mondiali l'esercito tedesco ottenne sorprendenti sorprese tattiche sui suoi avversari, eppure, in nessuna delle due guerre usò armi e mezzi nuovi: ogni voce dell'arsenale militare tedesco era conosciuta dagli altri eserciti, fu l'uso rivoluzionario di tali armi e mezzi a consentire alla Germania le sue vittorie iniziali; furono tuttavia le risorse e la tecnologia che consentirono ai suoi avversari di avere la meglio.

A parte, tuttavia, i casi eccezionali, in tutte le epoche della storia militare, la tecnologia influenzò l'arte militare che, fermi restando i fondamentali concetti, si sviluppò trasformandosi da uno scontro limitato a pochi uomini al confronto fra immensi eserciti.

Dai tempi quando Filippo il Macedone aumentò la letalità della picca e ne sfruttò la sua efficacia costruendo attorno ad essa la falange, all'introduzione della bomba atomica, la storia della guerra è un resoconto di continui cambiamenti. Le variazioni avvenute nella tecnologia hanno modificato le armi e i mezzi che, a loro volta hanno modificato la strategia, la tattica, la logistica. L'impatto del cavallo e della biga è stato grande quanto quello dei veicoli a motore e dei carri armati, naturalmente con le debite proporzioni; altrettanto dicasi dell'arco lungo nei confronti della mitragliatrice.

A seconda della epoche nelle quali sono apparse nuove armi, l'offensiva ebbe la supremazia sulla difensiva o viceversa. L'offensiva ebbe la precedenza sulla difensiva quando si attuò qualche sorprendente invenzione militare come la polvere da sparo, il carro armato e l'aeroplano, o quando le vecchie armi vennero usate in un nuovo ruolo come la trasformazione dell'aeroplano in "Stuka"o nel bombardiere a lungo raggio. Durante il diciannovesimo secolo la maggior parte delle nuove armi – particolarmente la mitragliatrice ed il som-

mergibile – rafforzarono la difensiva, ma il carro armato e l'aereoplano rovesciarono le precedenti tendenze e dominarono la tattica e la strategia dell'ultima guerra.

La tecnologia, comunque, non fu soltanto militare ma anche, ed in grande misura, civile, basti ricordare la scoperta dei metalli, delle onde elettromagnetiche e l'invenzione della lente, della radio, dell'aeroplano, che contribuirono al progresso militare; per contro, l'idea del motore a scoppio fu fornita dal funzionamento del cannone.

Con il trascorrere degli anni, ma particolarmente nell'epoca contemporanea, i problemi militari si sono così intrecciati con fenomeni politici, sociali e tecnologici, che è dubbio se si possa parlare di una strategia puramente militare.

Poichè non sono un enciclopedico, ho dovuto far ricorso a diverse fonti nei vari settori – come dimostrato dalle note – e riportare alcuni concetti non miei. Per la stessa ragione, il lettore esperto nei campi tecnologici specifici vorrà perdonare le eventuali omissioni, inesattezze e manchevolezze che troverà in queste pagine e comprendere che lo scopo della mia modesta opera è quello di presentare un quadro storico e generale dell'argomento trattato.

E.C.

PARTE
PRIMA

SPADE, LANCE, FRECCE E REMI (Dai primordi al 1000 d. C.)

Capitolo I

LA PREISTORIA

Nella prima fase della sua evoluzione l'uomo, allo stato primordiale, si limitò ad accettare e subire ciò che la natura gli imponeva e a difendersi dalle sue intemperanze. In seguito, con l'affinamento della ragione, acquistò una graduale misura delle cose e degli eventi e tentò di trarre partito dagli elementi naturali esercitando attività pratiche razionalmente guidate. Apparve così, seppur rozza e primitiva, la tecnologia, cioè lo studio delle tecniche relative alla trasformazione di materie naturali in oggetti utili per la sua vita, che assunse importanza sempre più preponderante, comprendendo tutte quelle operazioni e accorgimenti che valsero ad ottenere un determinato fine utilitario. È allo sviluppo di questa attività che l'essere umano deve il miglioramento del livello della sua vita, l'intensificazione delle comunicazioni fra gli uomini, la conquista dello spazio e del tempo.

I primi arnesi furono naturalmente quelli destinati all'approvvigionamento del cibo e in particolare asce, mazze e giavellotti per la caccia ma, in breve tempo, questi furono impiegati dall'uomo anche contro i propri simili, trasformandoli da oggetti di pace in armi da guerra, perfezionandole costantemente come strumenti di offesa e difesa e dando così l'avvio alla tecnologia di guerra che rappresentò la più grande spinta per il progresso tecnico e scientifico. Alla domanda se sia stata la guerra a creare le armi o furono le armi responsabili dell'emergenza della guerra, si può rispondere che i due elementi si svilupparono insieme, ognuno trascinando l'altro e, a sua volta, essendone trascinato.

Il primo passo della tecnologia militare – anche se rudimentale – fu la scoperta che una pietra con una parte aguzza, una lunga asta con un'estremità appuntita e un grosso bastone con un'estremità assottigliata per l'impugnatura, erano più efficaci di una pietra grezza o di un ramo d'albero. Quando poi l'uomo si riunì in comunità per prestarsi reciproco supporto e protezione, formò dei gruppi dotati di pietre, frecce e giavellotti per colpire la preda o il nemico il più lontano possibile ed altri con clave ed asce per l'urto diretto, dando inizio all'evoluzione della dottrina militare.

Scrisse Clausewitz: "La necessità della lotta ha portato fin dall'antichità gli uomini a varie invenzioni destinate ad assicurarsi la superiorità; in conseguenza, la lotta si è molto modificata, ma tali modificazioni non ne hanno infirmato il concetto ed è esso che costituisce la guerra.....La lotta ha determinato la natura dell'armamento e dell'equipaggiamento; questi modificano a loro volta la lotta; vi è dunque interdipendenza fra detti elementi".[1]

Prima di continuare è opportuno precisare l'esatto significato dei termini

---

[1] Carl von Clausewitz: "Della Guerra" – Mondadori, Milano, 1970, Libro II, p. 95

"Tecnologia militare" e "Arte militare". Per Arte militare s'intende quel complesso di attività che hanno per scopo di organizzare, condurre e far combattere le forze armate di una comunità. Arte e non scienza militare in quanto che, se esistono alcuni principi ed alcune leggi che regolano la guerra, il fenomeno è così complesso da richiedere genialità da parte dei comandanti per l'apprestamento e la messa in azione dei mezzi materiali che la comunità mette in campo. La conoscenza delle leggi (dottrina), dei principi e mezzi scientifici (tecnologia) su cui la guerra si fonda, non è mai stata sufficiente ad assicurare il successo, dipendendo questo dal modo con cui le leggi ed i principi stessi sono stati applicati ai casi concreti. Quindi scienza militare – o tecnologia – in quanto prepara i mezzi sempre più perfezionati perché l'arte militare li impieghi nel modo più efficace.

Ovviamente, l'arte militare si attua in due grandi fasi: l'una di preparazione e conservazione delle forze e dei mezzi, l'altra di condotta e di impiego delle forze e dei mezzi stessi.La prima comprende l' "Organica"; la seconda la "Strategia", la "Tattica" e la "Logistica".

Sebbene ancora in embrione, l'uomo preistorico ebbe un concetto abbastanza chiaro di ciò che oggi noi chiamiamo arte militare. Inizialmente, la guerra si riduceva al marciare l'uno contro l'altro per sterminare l'avversario in una sola battaglia od in un seguito di episodi brevi, furibondi e feroci. Il più debole, dopo aver cercato aiuto in una dislocazione che gli consentiva la difesa con il minor rischio, pensò di supplire alla eventuale manchevolezza dei luoghi con l'arte e l'astuzia; da questo la scelta delle località per fissare l'abitazione, per il ricovero, per la lotta e lo studio del modo di renderle più forti, prima idea della fortificazione. Lo stesso istinto portò alla ideazione di massicce formazioni compatte, capaci di far fronte in qualsiasi direzione per opporre un muro umano all'assalitore. Man mano gli eserciti si fecero più grandi e si allontanarono dalle loro basi per conquistare regioni e continenti, fu necessario far sì che tali eserciti rispondessero alla volontà dei capi, attribuendo delle funzioni di comando su tutta la massa e sulle frazioni di essa, provvedendo a fornire ai combattenti armi, alimenti, vestiario e riparo e il supporto alle operazioni militari. Da tutto ciò nacquero l'organica, la strategia e la logistica. La massa organizzata e disciplinata soverchiò il numero quando da questo vennero attacchi non coordinati anche se furibondi;si ebbero assalti a città e quando questi fallirono vi furono di frequente assedi, astuzie, finti ripiegamenti, agguati, movimenti per indurre in errore l'avversario;si apprese a schivare la battaglia quando si giudicò di non essere in condizione di vincerla. Da tutto ciò nacque la tattica.[2]

La guerra terrestre

La storia dell'interdipendenza fra tecnologia ed arte militare ha inizio fin dai primi agglomerati umani delle tre Età della Pietra: la paleolitica, la mesolitica e la neolitica, durante le quali i soli materiali disponibili erano la pietra, il corno,

[2] C.Baudino: "Eserciti e guerre nel mondo" – Istituto Editoriale Cisalpino, Milano – Varese, 1962, pp.13–14

l'osso e il legno. Dai reperti archeologici sembra che il primo strumento ed arma fu l'*ascia*, un attrezzo pesante adatto a tutti gli usi, scheggiato piuttosto rozzamente, ma che con il passare del tempo assunse forme proporzionate combinando una punta efficace con fianchi taglienti, ricavato da spesse lastre di selce, o di altre pietre, e rifinito con un paziente lavoro di scheggiatura, originariamente con rudimentali martelli di pietra ed in seguito con scalpelli e bulini a doppio taglio che servivano per tagliare, forare e incidere legno ossa corna e avorio, allo scopo di fabbricare, oltre agli utensili domestici quali aghi, lesine, punteruoli, anche le armi quali bastoni, arpioni, cuspidi per frecce, giavellotti e lance. Furono usate diverse tecniche per affilare le lame e levigare le superfici; le mole apparvero nell'era mesolitica in alcune isole del Pacifico ma, generalmente, si usò la tecnica più antica della scheggiatura.

L'apparizione dell'*arco* e del *propulsore* – propulsore forato che serviva a lanciare una freccia o giavellotto – dimostrò che l'uomo preistorico sapeva servirsi di alcuni semplici principi scientifici per rendere più efficace la caccia e la guerra, recando offesa a distanza. Queste armi si diffusero in tempi e luoghi non ben definiti, maggiormente l'arco e la *fionda*, in minor misura il propulsore. I primi tipi di arco – detto "semplice" – erano costituiti da un'asta di legno flessibile – in India di bambù – grossa al centro per l'impugnatura e assottigliata alle estremità, dette "corni", alle quali veniva fissata una corda di origine vegetale dove si collocava la cocca della freccia. L'altra arma da lancio era la fionda, formata da una striscia di pelle o tessuto, al centro della quale vi era una sacchetta per alloggiarvi il proiettile che veniva lanciato facendo ruotare reggendo con una mano i due capi della correggia: raggiunta la massima velocità, si lasciava andare uno dei capi ed il proiettile iniziava la sua traiettoria.

Il cavernicolo della prima età della pietra non aveva armi difensive. Per proteggersi dalle intemperie, dagli animali, dagli avversari, davanti alle caverne venivano poste rozze palizzate o stuoie di pelle. Soltanto nella mesolitica apparvero le prime capanne di pelli, di ossa di mammut, di pietra e fango ed in seguito le palafitte, ma l'agglomerato di abitazioni, il villaggio, nacque nel neolitico, con case di mattoni di fango o di argilla e pietrisco cotti al sole o sul fuoco e circondato da mura di pietre.

Una delle grandi conquiste dell'uomo primitivo fu il *fuoco*, che fu provocato, controllato e conservato fin dall'era paleolitica, quando fu acceso mediante la percussione di schegge di selce e piriti di ferro ed in seguito mediante lo strofinio di due pezzi di legno. Il fuoco venne inizialmente usato come fonte di riscaldamento, di illuminazione, come mezzo per la cottura dei cibi e per difesa contro gli animali; non passò molto tempo per giungere alla scoperta della sua capacità di trasformare alcuni materiali come ad esempio l'argilla. Il fuoco per usi militari fu impiegato quando fece i primi passi la metallurgia: dopo aver imparato la fusione dell'oro e del rame, qualcuno, sembra per caso nel quarto millennio a.C., scoprì la possibilità di produrre le leghe metalliche e la prima, in ordine di tempo, fu il bronzo, composto di rame e di stagno, quest'ultimo in percentuale variabile intorno al 10%. I due metalli, tuttavia, non furono reperibili dappertutto e la loro lavorazione, sia per fonderli che per lavorarli, si presentò, alle prime, molto costosa; per queste ragioni gli attrezzi prodotti con questa lega furono quelli considerati più importanti per la vita, ma prima di tutti furono

le armi in quanto il bronzo, molto più del rame, rispondeva ai requisiti di durezza senza fragilità. Oltre a sostituire, sebbene lentamente, le armi dell'età della pietra, quelle di bronzo provocarono la prima suddivisione in "offensive" e "difensive", le quali assunsero le forme ed i nomi più svariati: alla prima categoria appartennero le *spade*, le *lance* o *picche* e le *asce*, ma per un certo periodo le punte delle frecce e delle lance continuarono ad essere prodotte in pietra; nella seconda furono compresi *elmi*, *corazze* e *scudi*, ma, per lungo tempo, rimasero elmi, corazze di cuoio e scudi di cuoio, legno e vimini. La capacità di dominare la lavorazione del bronzo determinò enormi progressi e sviluppi sociali, ma specialmente militari.

Per completare questa prima lunga fase dell'evoluzione della tecnologia che riguarda il nostro argomento, non possiamo tralasciare l'invenzione della *ruota* – dopo quella della slitta costituita da due travi di legno unite ad una distanza fissa una dall'altra – che sostituì le spalle dell'uomo per il trasporto di carichi. Le ruote, i primi artefici delle quali furono i sumeri intorno al 3000 a.C., erano dei semplici e grossi dischi di legno pieno che, ruotanti appaiati attorno ad un'asse sul quale venne appoggiata una piattaforma, formarono i primi *carri* a trazione manuale o animale. Il carro agricolo fu aggiogato al bue, e quello da guerra all'onagro o all'asino, consentendo il trasporto di carichi per lunghe distanze. Per impieghi militari, tuttavia questi animali vennero presto sostituiti dal cavallo, portato dagli indoeuropei a sud del Caucaso e diffuso rapidamente nel bacino del Mediterraneo fin dall'inizio del secondo millennio a.C. Collegato ad un carro leggero mediante timone, redini e morso – sviluppato dagli hurriti verso il 1800 a.C. – in forma di biga o cocchio con ruote a raggi – portò nel combattimento due nuovi elementi, la velocità e la potenza d'urto, e rivoluzionò l'arte militare rappresentando un enorme progresso tecnologico che rimase un fattore di grande importanza per migliaia d'anni, pur limitandosi al solo cavallo che, sembra, l'uomo imparò a montare verso l'anno mille.

I *"carri da guerra"* si diffusero prima in Mesopotamia e in Siria, poi in Egitto: con questi l'Egitto divenne la più grande potenza dell'epoca. Dato il loro elevato costo – difficili da costruire con manodopera specializzata – all'inizio furono confinati ai re ed alla aristocrazia come simbolo di potenza.

L'emergenza del carro coincise all'incirca con l'invenzione dell'*'arco composito"* che rappresentò un grande miglioramento rispetto al suo semplice predecessore essendo in grado di lanciare frecce ad una distanza efficace di 200–300 metri. Il nuovo arco aveva il nucleo centrale di legno, ma la parte esterna del fusto, quella rivolta verso il bersaglio, era composta di materiali – tendini o fasci di tendini – che offrivano forte resistenza alla trazione; per la parte interna vennero utilizzati materiali che offrivano resistenza alla compressione, quali lamine di corno o di metallo; il tutto era tenuto solidale con collanti e fasciato da avvolgimenti di tendini ricoperti poi di lacche e vernici con un'impugnatura di osso. Il binomio carro-arco, il carro trasportava il conducente ed un arciere, determinò, come abbiamo suaccennato, la condotta della guerra.

Coloro che più di altri sfruttarono le nuove tecnologie in quella che sarebbe divenuta l'arte militare furono gli hittiti, popolo indoeuropeo apparso nelle regioni nordorientali dell'Asia Minore all'inizio del secondo millennio a.C., favoriti anche dalla possibilità di adoperare un nuovo metallo, il ferro, (del quale ci oc-

cuperemo più avanti) e che realizzarono una temporanea superiorità militare sugli altri popoli.

Furono loro infatti che misero fine al punto massimo dell'espansione egiziana verso nord nelle terre asiatiche sconfiggendo il faraone Ramses II nella battaglia di Kadesh nel 1299 a.C.

Gli hittiti impiegarono i carri in massa, costruendone migliaia e perfezionandoli in leggerezza e manovrabilità: le ruote, di bronzo a quattro o a sei raggi, erano assottigliate; la cassa di legno leggero era dotata di parapetti di vimini intrecciati con strisce di cuoio e rinforzati con lamine metalliche; i guerrieri a bordo non erano più due ma tre: dietro al conducente ed all'arciere, un terzo uomo con una corazza li proteggeva alle spalle dai dardi nemici e dal pericolo di essere sbalzati fuori durante le cariche tenendosi saldamente con le braccia aperte a due cinghie di cuoio poste lateralmente.

Utilizzando tutte le innovazioni tecnologiche a loro disposizione, gli hittiti misero in pratica una nuova tattica di aggiramento veloce. I carri arrivavano a ondate successive: quando la prima ondata si ritirava per rifornirsi di frecce e il nemico credeva di aver superato l'attacco e cercava di riorganizzarsi, una seconda ondata di carri irrompeva all'improvviso da destra e da sinistra provocando un ulteriore scompiglio e la morte tra le fanterie avversarie – gli arcieri hittiti, abilissimi, erano in grado di scoccare fino a dodici frecce al minuto – poi si ritirava per lasciare il posto ad una nuova ondata. La fanteria, intanto, avanzava al centro anch'essa dotata di nuove armi: l'arco composito e, grazie alla disponibilità del ferro, la spada a lama lunga con nervatura centrale e bordi taglienti – che aveva sostituito la corta daga di bronzo – elmo, corazza e scudo di ferro o di cuoio.

Oltre agli hittiti, altri popoli realizzarono ulteriori innovazioni militari.

Gli achei, o micenei, nel secondo millennio a.C., si dotarono di una ricca varietà di armi: le ruote del carro da guerra furono rese staccabili dal resto del carro e la loro facilità di montaggio e smontaggio permise un comodo imbarco per operazioni oltremare. I micenei non usarono il carro per l'attacco in massa come arma di–sfondamento, ma come semplice mezzo di trasporto rapido per portarsi sul campo di battaglia e combattere all'arma bianca. Il guerriero preellenico portava un grande scudo rotondo fatto di diversi strati di cuoio cotto, rinforzato da lamine di metallo lavorato e lo teneva infilato nel braccio sinistro con doppia maniglia; le gambe, dalla caviglia al ginocchio, erano protette da schinieri di cuoio o di bronzo; la testa era difesa da un elmo di cuoio rinforzato da lamelle metalliche; il torace protetto da una corazza di cuoio o di lamine di bronzo, poi di ferro. Le armi offensive comprendevano un giavellotto lungo circa due metri e mezzo con una stretta punta metallica e una spada di bronzo o di ferro, con il manico d'osso rinforzato con fili di metallo. Probabilmente guerrieri come questi distrussero l'impero hittita e diffusero in tutto il bacino del Mediterraneo orientale la nuova tecnologia del ferro.

Nel secondo millennio, dopo secoli di incessanti lotte contro i loro vicini indoeuropei, gli assiri, distinguendosi per la loro bellicosità e ferocia, si conquistarono un vasto impero che assurse a grande potenza nei primi secoli del primo millennio e che gettarono le basi della vera e propria arte militare in tutte le sue componenti. La vera forza del loro esercito fu il carro, che raggiunse il mas-

simo della perfezione tecnica; traendo giovamento dall'impiego del ferro, il carro ebbe la cassa metallica con rivestimenti di cuoio, le ruote più sottili con il cerchione rivestito di cuoio trattenuto con chiodi ribattuti permisero evoluzioni più veloci. Senofonte attribuisce a Ciro l'invenzione del carro falcato, ma è quasi certo che era ben conosciuto anche dagli assiri: sui mozzi delle ruote erano fissate due lunghe falci sporgenti in fuori e disposte l'una con il taglio rivolto in alto e l'altra con il taglio verso terra; le falci erano solidali con il mozzo e ne seguivano il moto di rotazione: l'effetto della carica veniva moltiplicato dall'azione laterale delle falci.

Ogni gruppo di carri fu affiancato da un servizio per le riparazioni e la manutenzione nel quale lavoravano operai specializzati. Il terzo uomo del carro portò un largo scudo di vimini per proteggere il conducente e l'arciere; il carro fu trainato da due cavalli e seguito da un terzo di riserva. Il cavallo fu impiegato anche come cavalcatura dando l'avvio all'arma di cavalleria. La fanteria fu dotata di armi offensive e difensive di ferro: i fanti erano disposti in diverse linee formate da arcieri, frombolieri e picchieri e di scudieri che, in ginocchio con un grande scudo ricurvo, proteggevano i due guerrieri che l'affiancavano. Apparvero le prime macchine d'assedio, quali torri e arieti montati su ruote. Data la vastità dei loro teatri d'operazioni, l'esercito fu seguito da colonne di carri da trasporto viveri ed equipaggiamenti, inoltre furono creati speciali reparti di artieri per la costruzione di strade, passerelle, ponti, natanti con otri di pelli cucite, incollate e gonfiate, e zattere.

In un periodo in cui la forza stava in orde disorganizzate di individui che non avevano una volontà propria, gli assiri, particolarmente sotto il regno di Tiglatpileser III (VIII secolo a.C.), costituirono il più efficente sistema statale, militare, finanziario ed amministrativo mai esistito prima di allora del quale l'esercito ne era il cuore: furono abolite le masse disordinate di armati e costituito uno stato attorno ad un regolare esercito permanente che incominciò ad avere una parvenza di ordinamento e di burocrazia. Fu la prima vera società militare della storia, alla quale fu messa fine con l'invasione dei medi e babilonesi nel VII secolo a.C.

Sebbene non esclusivamente inerenti alle attività militari, due altre nuove tecnologie rappresentarono un giro di boa nella condotta della guerra: l'apparizione della scrittura e lo scoprimento del ferro.

L'esigenza di inviare messaggi e di ricordare è quasi certamente antica quanto il linguaggio. Questa fu soddisfatta dai popoli primitivi con tracce e disegni su pietre con pezzi di selce o con pitture rupestri; a queste seguirono i geroglifici egiziani e gli ideogrammi sumeri. Da questi ultimi derivarono i primi segni sillabici incisi sulle tavolette d'argilla con gli appositi stili. Da qui nacque la *scrittura* alfabetica che segnò il coronamento dell'evoluzione compiuta dall'uomo per comunicare e registrare le sue idee. Alla scrittura sulle tavolette d'argilla si aggiunse quella su pelli conciate (pergamena), su tela o su membrane flessibili che alcune piante avevano sotto la scorza, come il papiro, che i latini chiamavano "liber", da qui la parola "libro". La carta – di cotone – apparve molto più tardi alla fine dell'VIII secolo d.C.; al cotone, in seguito, si sostituirono stracci di lino e di canapa ed infine la cellulosa. Tutti gli alfabeti esistenti derivano da un prototipo comune, semitico o orotosemitico, che constava, sembra, di 22

lettere le quali si scrivevano da destra a sinistra. L'alfabeto ebraico passò ai greci come attestano i nomi delle lettere ebraiche "alef", "beth", "ghimel", "daleth", divenute in greco "alfa", "beta", "gamma", "delta", ecc. Dal 500 a.C. si incominciò a scrivere da sinistra a destra. Dall'alfabeto greco nacque quello etrusco ed infine il latino di 23 lettere, dal quale derivano tutti gli alfabeti moderni ad eccezione del greco, del russo e di alcuni orientali.

L'invenzione della scrittura consentì agli eserciti dei grandi imperi dell'antichità di essere costituiti e mantenuti militarmente, amministrativamente ed economicamente. Tuttavia, nell'era antica – ed anche in quella medioevale – la scrittura fu ben poco, o per nulla, impiegata. I comandanti controllarono le loro truppe quasi esclusivamente con messaggeri a piedi o a cavallo, non sempre affidabili poiché potevano dare origine ad errori o malintesi od essere intercettati dal nemico. Ad integrazione dei messaggeri venivano impiegati mezzi acustici o visivi, quali corni, trombe, bandiere, scudi lucidati per fungere da specchi, fuoco e fumo. Ma anche questi mezzi ebbero molte limitazioni per la capacità di trasmettere pochi segnali, per il rischio di non essere visti o uditi nel rumore e nella confusione della battaglia o per le condizioni meteorologiche. Questa fu una delle ragioni per le quali i guerrieri antichi venivano ammassati in blocchi o falangi e lanciati contro il nemico: data la quasi impossibilità di esercitare un efficace comando tattico, il comandante, una volta dato il segnale d'inizio, montava a cavallo e si gettava nella mischia.

Strettamente connessa alla scrittura fu la stesura di mappe topografiche e geografiche che, data l'impossibilità di operazioni geometriche di rilevamento, furono molto rudimentali e di scarso interesse militare. Probabilmente disegnate su materiali deperibili, esempi di mappe non sono giunti fino a noi se non qualche tavoletta d'argilla dei sumeri che riporta sezioni della strada fra Babilonia ed il golfo Persico e limitata a rozzi schizzi. Il primo grande geografo fu il greco Eratostene (275 a.C.), direttore della biblioteca di Alessandria, che inventò uno strumento per trovare meccanicamente le medie proporzionali fra due segmenti e disegnò per primo una carta geografica. Benché la sfericità della terra fosse già nota a Pitagora, Platone ed Aristotele, egli fu il primo a determinare la circonferenza della terra e le sue conoscenze non furono molto diverse da quelle di Cristoforo Colombo 1750 anni più tardi.

Molto prima dell'estrazione dai suoi minerali più comuni – l'ematite e la magnetite – il *ferro* fu conosciuto dall'uomo dai meteoriti caduti dal cielo: la parola sumera che significava ferro voleva dire "metallo del cielo"; i greci lo chiamarono "sideros", dal nome latino delle stelle "sidera" derivò l'odierna parola "siderurgia". Il ferro meteorico, ancora oggi, è riconoscibile per il suo alto tenore di nickel; con questo ferro, considerato un dono del cielo, gli uomini, dal 3000 a.C., si limitarono a costruire ornamenti e amuleti. Non si conoscono, da un punto di vista tecnologico, i tempi ed i modi di trapasso dal bronzo al ferro e non sappiamo esattamente quale sia stato il paese in cui si è avuta la prima metallurgia del ferro; probabilmente questa si può localizzare nel vicino Oriente verso il 1500 a.C., da qui si è propagata nel Mediterraneo orientale ed in seguito nel resto d'Europa. Dopo un suo primo sfruttamento per la costruzione di utensili elementari, con l'aumento della temperatura dei forni (intorno ai 1500°C), l'uomo imparò ad indurire il ferro – e produrre il primo acciaio in lega ferro-car-

bonio – mediante un processo di riscaldamento alternativo in un fuoco di carbone di legna, spegnendo, riaccendendo e battendolo. Questa scoperta provocò un enorme impatto sulle armi e sulla condotta della guerra ma rappresentò un'evoluzione non una rivoluzione poiché il ferro, altrettanto buono quanto il bronzo, era soltanto molto più duro; inoltre, mentre il rame e lo stagno erano scarsi, il ferro era molto più reperibile essendo i suoi giacimenti diffusi in quasi tutto il mondo. Il bronzo, dato il suo elevato costo, era prerogativa dei ricchi e dei potenti mentre il ferro, economicamente più vantaggioso, si diffuse in tutte le classi sociali, ma particolarmente nella produzione delle armi risultando superiore al bronzo. Grande dovette essere lo stupore degli egizi quando si scontrarono con gli hittiti e si accorsero che le loro spade di bronzo si spezzavano all'urto con le spade di ferro dei loro avversari che non venivano nemmeno scalfite.

Le prime armi ad essere fabbricate in ferro furono appunto le spade. Verso il 1200 a.C., la spada era una lunga lama abbastanza larga a due fili paralleli, tagliata ad angolo alla punta e con lati simmetrici, l'elsa era diritta od a croce, normale alla lama, manico e pomo assai pesanti; soltanto più tardi, la daga dell'oplita greco e il gladio del legionario romano si accorciarono a circa 45-50 centimetri con un'impugnatura di 10-15 centimetri, quest'arma venne usata principalmente per menare colpi da taglio. Anche le lance furono fatte – parzialmente o interamente – di ferro. Il nuovo metallo fu usato anche per le armi protettive: lo scudo, pur continuando ad essere costruito in legno o vimini e rivestito di pelle o cuoio, fu rinforzato da strisce di ferro; la corazza fu di piastre di ferro forgiato fissate su di una base di pelle.

L'età del ferro fu l'ultimo dei grandi periodi della preistoria dopo l'età della pietra e del bronzo.

Un altro aspetto della tecnologia riguardante l'arte militare fu l'*ingegneria* delle costruzioni, sia di strade, sia di ponti e di fortificazioni. Sebbene i primi grandi costruttori di vie di comunicazione siano stati i romani che le realizzarono sulla scia delle loro conquiste ed il tracciato delle quali solca ancora l'Europa ed i paesi mediterranei dopo venti secoli, le *strade* nacquero con l'uomo:prima sottoforma di sentieri ed in seguito di percorsi tracciati e pavimentati per esigenze di trasporto civile ma sopratutto militare. Erodoto racconta che Cheope, nel 2500 a.C., fece costruire una strada ben pavimentata per far giungere i blocchi alla grande piramide. Benché le grandi masse di armati non necessitassero di strade per i loro movimenti, come anche i carri da combattimento che, al pari della cavalleria, in pianura, erano in grado di muoversi sul terreno, i più pesanti e grossi carri da trasporto erano costretti a trasferirsi su percorsi battuti o lastricati. Il problema più sentito fu l'attraversamento dei corsi d'acqua.La costruzione di *ponti* può essere fatta risalire al neolitico con un tronco d'albero sopra un fosso o con rami d'alberi sospesi a sbalzo sopra un ruscello. Prima di conoscere l'uso dei metalli l'uomo fu in grado di costruire ponti a travata o sospesi; per le tribù nomadi primitive, la possibilità di parametro degli ostacoli naturali era altrettanto, se non più importante, della costruzione di un riparo. I villaggi stanziali lacustri alpini dell'età del bronzo (4000 a.C.) sospesi su palafitte, hanno anticipato il ponte in legno con pile di sostegno appoggiate nel letto di un fiume o di un lago. Nei paesi caldi equatoriali di Asia, Africa e America, si sviluppò l'i-

dea del ponte sospeso che, da semplice amaca divenne un sistema di corde scorrevoli con sedile mobile di trasporto del passeggero.

Un ulteriore sviluppo del ponte sospeso (Indis) fu quello di usare due funi parallele per sorreggere una passerella in modo del tutto analogo a quello degli attuali ponti sospesi; altra tipologia moderna nata in India fu quella del ponte con travata a mensola: delle assi in legno venivano incastrate in mucchi di pietre sulle due rive opposte e collegate al centro da assi semplicemente appoggiate.

Verso il 4000 a.C. furono costruiti in Mesopotamia i primi ponti ad arco in muratura, con mattoni o pietre disposti in corsi inclinati radialmente anziché orizzontali. Lo sviluppo della tecnologia dell'arco fu molto lento durante i millenni, come testimoniato da ruderi e reperti archeologici in Egitto (3600 a.C.), Babilonia (2100 a.C.) Grecia (450 a.C.), Persia (350 a.C.) e Roma (200 a.C.).

Nei tempi antichi, come nei tempi moderni, gli eserciti furono sempre costretti a sostare, ad arrestare per breve o lungo tempo la loro marcia davanti ad un corso d'acqua e, specialmente in tempo di guerra, dovettero procurarsi il materiale per costruire i ponti su cui far passare truppe e veicoli e, talvolta, sostenere sanguinose battaglie per raggiungere la riva opposta.Le descrizioni del passaggio dei corsi d'acqua da parte di grandi masse armate presentano dettagli i più variati. La ragione è molto semplice:nelle operazioni di questa specie, le località e le circostanze differirono infinitamente. Ne risultò di conseguenza un gran numero di combinazioni e di approcci a seconda dei vantaggi e degli ostacoli connaturati con la posizione.

La stessa varietà si ebbe con i materiali da ponte trasportati dalle armate, improvvisati o reperiti sul luogo.

Gli assiri costruirono ponti di barche, così i persiani, dei quali è rimasto famoso quello gettato da Serse attraverso l'Ellesponto e formato da 360 navi da cinquanta remi e triremi: sulle navi era posto un tavolato e su questo fascine e terra battuta; il ponte era provvisto anche di parapetti per evitare che le bestie da soma si spaventassero alla vista dell'acqua. Dario, re di Persia, durante la sua guerra contro gli sciti, fece gettare dei ponti sul Bosforo e sul Danubio. Le campagne di Alessandro presentano un gran numero di esempi di passaggio di fiumi da parte di un esercito, sebbene il grande condottiero preferisse, anziché costruire ponti, far riempire di fieno le pelli d'animali che servivano da tende ai macedoni, legandole strettamente le une alle altre e sostenendole con grossi tronchi: con queste zattere improvvisate faceva traghettare i fiumi a uomini e cavalli.[3]

La tecnica delle *fortificazioni* si può far risalire al neolitico, quando furono creati i primi villaggi costruiti in zone il più possibile inaccessibili e circondati da terrapieni sormontati da palizzate; fu poi scoperto che quando la terra per costruire i terrapieni veniva prelevata immediatamente di fronte alle mura, il fossato risultante formava un ulteriore ostacolo per il nemico. I terrapieni ed i fossati furono così le prime difese dei villaggi e delle città. Per quanto si sa, la prima città a circondarsi di una completa cerchia di mura è stata Gerico attorno al 5000 a.C.

---

[3] E.Cecchini: "Le battaglie del ponte" in "Il libro dei ponti" – Ed.Sarin, Pomezia, 1988, pp.12, 96

Altre mura del periodo preistorico furono quelle di Babilonia, di Ur e di Troia, che risalgono al terzo millennio; Quelle di Assur, l'antica capitale dell'Assiria, al 1600 a.C.; quelle di Micene e di Tirinto, fra il 1500 ed il 1200. Le prime mura furono fatte con grandi massi di pietre irregolari, lisciate grossolanamente sulla faccia esterna; successivamente le pietre furono rozzamente squadrate in modo da costituire blocchi regolari. Bassorilievi assiri, esposti al British Museum di Londra, indicano che intorno all'850 a.C. esisteva già una buona tecnologia delle fortificazioni: le mura perimetrali includevano feritoie per il lancio delle frecce, merlature, parapetti, porte rinforzate e torri destinate a proteggere i difensori da massicci lanci di frecce o pietre. Per irrobustire le mura, queste furono fatte in doppia cortina, riempiendo di terra l'intervallo fra la cortina interna e quella esterna. La tecnica delle fortificazioni subì un'evoluzione man mano si sviluppò la tecnica delle macchine d'assedio.

Le prime macchine d'assedio furono costruite in legno unito al cuoio ed ai vimini per la protezione del personale e quindi di materiale degradabile: per questa ragione le uniche informazioni ci sono giunte tramite bassorilievi, disegni o documenti scritti. Gli antichi furono molto abili nella costruzione delle prime macchine ed anche nel loro uso: tutte azionate dalla forza muscolare, comprendevano torri e scale d'assedio e arieti ed erano destinate ad abbattere mura o far breccia, spesso usate in combinazione con rampe di terra costruite a ridosso delle mura. È probabile che la prima guerra d'assedio sia stata praticata dai sumeri all'inizio del terzo millennio, ma grandi maestri di questa tecnica furono gli assiri. I loro eserciti furono sempre seguiti da colonne di trasporto delle macchine o degli equipaggiamenti per costruirle. Le grandi torri, pesanti parecchie tonnellate, rotonde o quadrate, venivano accostate dagli assalitori alle mura delle città assediata dopo colmato il fosso di difesa; dalla sommità di queste torri i guerrieri lanciavano frecce, dardi, fuochi e pietre sui difensori cercando di allontanarli dalle mura; calando poi delle passerelle sui parapetti, gli assalitori tentavano di entrare nelle città; le torri venivano rivestite di pelli bagnate per proteggerle dai fuochi con i quali i difensori tentavano di incendiarle; potevano avere più ripiani ed in quello più basso venivano collocati gli arieti per battere le mura;scorrevano su ruote o rulli e venivano spinte o trascinate a braccia con corde e argani. Gli *arieti* erano composti da una grossa trave di legno con una delle loro estremità munite di un grosso pezzo di legno duro, di bronzo o di ferro, foggiato a testa di montone con il quale si percuotevano con violenza le mura delle città fortificate. Dapprima si adoperarono a braccia, in seguito si sospesero ad una trave collocata sopra sostegni e facendoli dondolare si aumentava la forza di spinta; vennero poi dotati di ruote e coperti da una tettoia e fiancheggiati da tavole per proteggere i serventi. Per difendersi dagli arieti, gli assediati gettavano fascine incendiate o grossi pesi, spesso sostenuti da corde In modo da poter essere sollevati per ripetere i colpi; venivano adoperate anche falci per recidere le funi che li sostenevano o grosse catene per agganciarli e si preparavano sacchi sospesi davanti alle mura, pieni di terra o di materie soffici, in modo da poter attutire i colpi. Sempre nei bassorilievi conservati al British Museum, si vedono due assedi nei quali sono illustrati sia i metodi di fortificazione sia quelli della guerra d'assedio: di una città condotto dal re assiro Ashur-Nasir-Pal, nell'880 a.C. e di Lakish, nel 750 a.C., dove si vedono gli assalitori

avanzare con arco teso dietro un carro protetto che porta nella parte anteriore un grosso palo appuntito o un ariete, mentre dalle mura vengono lanciate frecce e torce accese. Il fuoco venne usato dagli assiri impiegando pece o petrolio grezzo.

La tecnica della guerra d'assedio non fu mai di facile impiego. Anche quando apparve l'"artiglieria meccanica", di cui ci occuperemo più avanti, infrangere le mura fu spesso difficile, se non impossibile, e benché l'arte di costruire fortificazioni e macchine subisse modifiche e miglioramenti, la tecnica rimase più o meno inalterata per moltissimi secoli. Gli assedi si conclusero, per la maggior parte della volte, per la fame degli assediati, per mancanza di approvvigionamenti delle notevoli forze assedianti costrette a vivere per lungo tempo su terreni svuotati di viveri, o per la scoperta di un punto debole nelle mura, quale ad esempio un passaggio segreto o una condotta d'acqua. Il decisivo giro di boa fu la scoperta della polvere da sparo.

Dagli albori della storia ci sono giunte notizie dell'applicazione dell'arte militare e della tecnologia in battaglie campali e negli assedi. Il più antico esempio è quello riguardante la prima battaglia ricordata dalla storia militare, quella di Megiddo del 1469 a.C., quando il faraone d'Egitto, Thutmosis III, affrontò le tribù ribelli di Palestina e Siria a nord del Monte Carmelo, dove si trovava la città fortezza di Megiddo, porta della Mesopotamia. L'esercito ribelle, agli ordini del re Kadesh, si schierò nella valle nei pressi del passo dello stesso nome; il faraone, dopo aver predisposto a semicerchio il suo esercito, ordinò alla sua ala sud di impegnare il nemico in un attacco frontale mentre lui, sul suo carro, guidò l'ala nord in un attacco avvolgente che mise in rotta i ribelli costringendoli a ritirarsi e cercare salvezza all'interno della città che poi conquistò dopo un assedio di sette mesi. L'assedio di Troia (1200 a.C.) finì con l'impiego del famoso cavallo che si può considerare una"macchina da guerra".

Per concludere, possiamo affermare che, fin dal XV secolo a.C., gli uomini hanno sempre cercato di sfruttare al meglio le armi ed i mezzi a loro disposizione. Gli eserciti consistettero, all'inizio, di grandi e compatte masse di fanteria dotata di lance e scudi di cuoio o vimini ed in seguito di spade e corazze di metallo. Fino a circa il 700 a.C., la forza d'urto fu rappresentata da contingenti di carri. La cavalleria, che fece la sua apparizione intorno al 1000 a.C., era composta da nobili abbastanza ricchi da procurarsi i cavalli e dotarsi di buone armi e corazzature. L'arte militare era limitata alla ricerca di un luogo favorevole alla battaglia, al fine di sopraffare il nemico prima che questo fosse in grado di prevalere. Con il passar del tempo, il risultato di un numero di questi conflitti fu di portare parecchie città o intere regioni sotto il dominio di un solo sovrano. Gli orizzonti geografici si allargarono e le battaglie divennero campagne. Le masse irregolari incominciarono a venir organizzate, disciplinate ed addestrate. Prima dello scontro, i fanti, armati di lance e spade, venivano schierati in fitte formazioni precedute da nugoli di arcieri e frombolieri armati leggermente; i nobili, sui loro carri o cavalli, prendevano posizione sul fronte e sui fianchi. Le manovre erano generalmente insolite: all'inizio del combattimento, gli arcieri ed i frombolieri cercavano di scompaginare le file nemiche fino a quando i carri od i cavalli si lanciavano alla carica, dopo di che si ritiravano sui fianchi ed in retroguardia attraverso intervalli nella fanteria che avanzava. Talvolta i carri e i caval-

li riuscivano a mettere in rotta il nemico, più spesso la battaglia si trasformava in un macello dal quale usciva vincitore l'esercito che aveva subito meno perdite.

Tecnologia e arte militare navale

Sebbene l'uomo abbia imparato a navigare prima di inventare il carro per trasportare sé stesso ed i suoi mezzi per terra, la tecnologia navale rivestì un ruolo più difficoltoso ed impegnativo di quella terrestre, considerando i problemi che dovette risolvere.

"Le limitazioni della nave hanno sempre fatto sì che le difficoltà insite nel suo impiego procedessero parallelamente a quelle per trovare la strada per mare. Lungo tutta la storia della marineria, il disegno delle navi e la natura degli strumenti e dei metodi usati per la navigazione sono andati cambiando e reagendo reciprocamente gli uni sugli altri. La storia della marineria è composta di due fili: uno riguarda il come trovare la propria via per mare, l'altro il creare delle navi che siano in grado di navigare per quella via con ragionevole efficienza: due problemi che sono stati risolti lentamente e lungo diversi secoli."[4]

A questi due problemi se ne deve aggiungere un terzo: il modo di combattere sul mare, cioè l'arte militare navale. Mentre la strategia – la ricerca del dominio del mare e del controllo delle vie marittime per percorrerle a proprio piacimento e di interdirle agli altri – rimase nelle sue grandi linee sempre la stessa, l'organica, la logistica e la tattica – e specialmente quest'ultima – ebbero precise e differenti regole, sia per quanto riguarda la navigazione nelle tre epoche del remo, della vela e dell'elica, sia per quanto riguarda il modo di combattere, dalle frecce – semplici o incendiarie – ai rostri, ai cannoni, alle corazzature, ai siluri, agli aerei navali, ai missili.

L'uomo imparò a navigare già nell'era paleolitica, probabilmente osservando galleggiare oggetti come legni, canne o carogne d'animali ed incominciò a sostenersi sull' acqua con l'aiuto di tronchi d'albero, fasci di giunchi legati insieme e pelli d'animali gonfiate o tese su rudimentali armature di canne e lasciandosi trascinare dalla corrente. Il tronco d'albero fu il mezzo più usato ma, visto che stare a cavalcioni su di un tronco era molto difficile dato l'instabile equilibrio, l'uomo accostò due tronchi legandoli insieme inventando così la prima *zattera*. A questa seguì la *piroga* cioè il tronco d'albero scavato con pietre aguzze e poi con il fuoco. Per far avanzare questi natanti imparò ad usare un lungo bastone facendo leva sui bassi fondali; ma spingendosi sempre più lontano dalla riva, non riuscì più a toccare il fondo con il suo primitivo mezzo di governo; si accorse allora che agitando nell'acqua la pertica, l'imbarcazione si muoveva seppur lentamente e questa esperienza lo spinse a costruire la prima pagaia ed in seguito il primo remo. La prima testimonianza di un'imbarcazione a vela, la più antica conosciuta, ci è venuta dalla Mesopotamia meridionale, dove è stato rinvenuto un modello d'argilla che si fa risalire alla fine della prima metà del quarto millennio a.C. Il governo dell'imbarcazione, in questo periodo,

[4] D.Phillips – Birt: "Storia della marineria" – Ed. Mursia, Milano, 1972, p.10

fu affidato ad uno o due remi collocati nella sua parte poppiera.

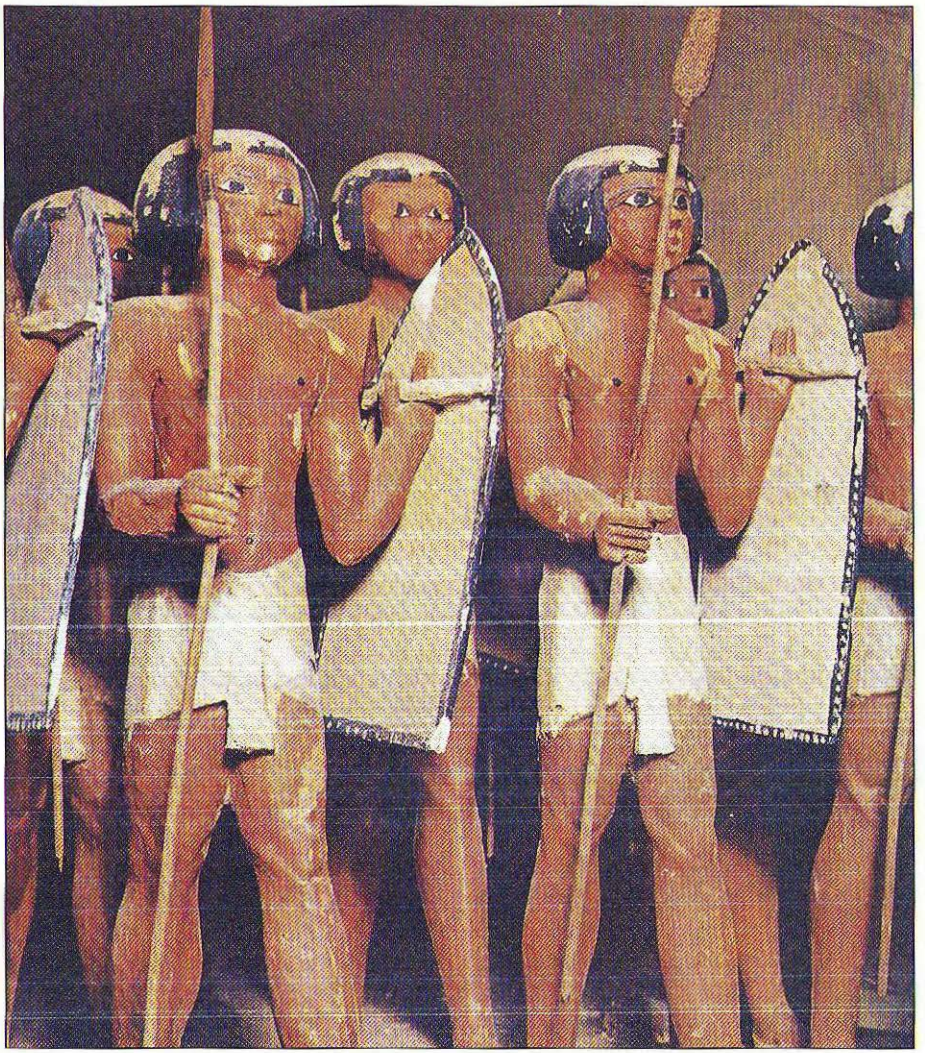
Il trasporto dei materiali veniva effettuato con zattere – a remi o a vela – date le piccole dimensioni delle piroghe o canoe, ed era limitato a fiumi, laghi o lungo le coste, data la loro scarsa navigabilità. La vera nave, in grado di affrontare il mare aperto e di struttura completamente diversa, nacque quando l'uomo inventò la *chiglia*, la trave che correva da prua a poppa e nella quale s'incastravano le "costole" o "ordinate", che sostenevano il fasciame interno ed esterno e che determinavano la forma concava della nave, che galleggiò non soltanto perché il materiale con cui era fatta era galleggiante, ma anche per la sua forma: nella sua concavità accolse l'aria, pesante molto meno dell'acqua, e dalla differenza di densità dei due fluidi nacque la "spinta": il margine della spinta rispetto al peso della nave fu utilizzato per il carico.

Probabilmente furono i cretesi, nella prima metà del secondo millennio a.C., a costruire questo tipo di nave, seguiti dai fenici che passarono alla storia come i più antichi navigatori e che distinsero le navi mercantili da quelle da guerra con due principali innovazioni: la prima fu la disposizione dei banchi di voga uno sopra l'altro, concentrando una maggior potenza nella medesima lunghezza di nave, la *"bireme"*; la seconda, che riguardava esclusivamente la tecnologia navale militare, fu l'invenzione dello sperone – o *rostro* – costituito da due grosse travi provviste di uno sperone di ferro, collocate in linea della chiglia nella prora della nave in modo che sporgessero sotto la superficie dell'acqua, destinato a colpire di fianco la nave nemica per aprirvi una falla, immobilizzandola o mandarla a picco.

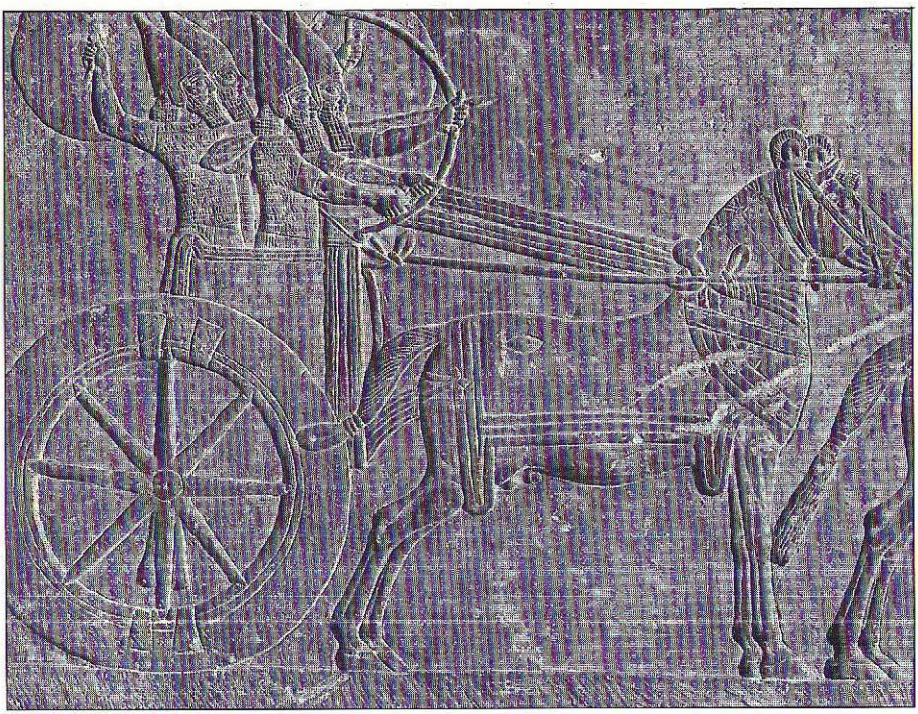
Di conseguenza le navi mercantili ebbero una forma rotondeggiante per portare molto carico e viaggiarono prevalentemente a vela anche con vento scarso e avanzando così di poche miglia in un'intera giornata; le navi da guerra, destinate ad agire con il movimento e con l'urto del rostro, e quindi ad essere veloci e indipendenti dai venti, ebbero una forma affusolata e utilizzarono per la propulsione, più che la vela, le braccia dei rematori. La prima bireme fenicia, con due ordini di rematori, non esattamente sovrapposti ma messi in modo da poter remare senza darsi fastidio, era dotata, al centro, di uno stretto ponte per i guerrieri che dovevano lanciarsi all'arrembaggio subito dopo lo speronamento.

Per quanto riguarda i metodi di navigazione, i fenici, oltre ai punti di riferimento a terra, furono i primi a compiere lunghe crociere in mare aperto sfruttando la forza e la direzione dei venti, ai quali diedero il nome da cui essi soffiavano; gli otto venti principali, che formavano la "rosa dei venti", furono:tramontana (nord), greco(nord-est), levante (est), scirocco (sud-est), libeccio (sud-ovest), ponente (ovest), maestro (nord-ovest), mezzogiorno (sud). I fenici furono anche i primi ad usare le stelle come guida ed in particolare l'Orsa Minore e la Stella Polare.

Anche gli egizi, nel 1200 a.C., ebbero veloci navi da guerra a remi ed a vela: un bassorilievo egiziano ci mostra la battaglia navale sostenuta dall'ultimo grande faraone per fronteggiare l'invasione dei "popoli del mare". A parte questo scontro, dal periodo in esame non ci sono giunte notizie di grandi battaglie navali e non si può quindi parlare di vera e propria arte militare navale.L'uso bellico delle navi si limitò ad impedire a quelle di altri popoli di effettuare i loro trasporti di merci ed a trasportare forze militari contro obiettivi terrestri.



Fanti egiziani



Carro assiro

Capitolo II

I GRECO-MACEDONI

Tecnologia ed arte militare terrestre.

L'era della civiltà greca, oltre a rappresentare un progresso nelle attività umane, segnò anche la transizione dalle cronache semileggendarie alla storia attendibile. La cronaca della battaglia di Maratona (V sec. a.C.) ci ha tramandato la descrizione dettagliata di uno scontro manovrato, vinto dai greci grazie al genio tattico di Milziade. Da qui prese l'avvio la storia dell'*arte militare*, da qui emersero le prime teorie di *tattica* e di *dottrina militare*. La tecnologia militare, almeno riguardo alla guerra campale, non fece grandi progressi: in effetti le armi rimasero essenzialmente immutate, subendo modifiche relativamente piccole. Cambiamenti fondamentali avvennero soltanto soltanto con l'apparizione di fonti di energia trascendenti la forza muscolare e i primi tentativi meccanici per vincere la forza di gravità.

Come gli altri popoli primitivi, i primi greci sentirono la necessità di unirsi per far fronte a potenti nemici poiché, data la posizione e la costituzione geografica della loro terra, dovettero subire invasioni e immigrazioni particolarmente dall'Oriente.

Un principio di consistenti comunità si ebbe con il governo dei re (dal 1500 al 1000 a.C.): chiunque che per forza o per ricchezza riusciva a raccogliere attorno a sé una comunità di persone su cui esercitare il suo dominio,diventava re; coloro che non potevano essere re esercitavano la loro azione con imprese personali e ottenevano la qualifica di eroi.

La prima unità ordinata militarmente delle comunità greche fu il "sintagma", un quadrato di 16 file di 16 uomini. Nel periodo della prima guerra di Tebe (1222 a.C.) furono uniti due sintagmi per creare la "pentacosiarchia". Fu soltanto nella guerra della Troade (1193 a.C.) che i greci,trovandosi di fronte alle grandi masse degli eserciti asiatici, sentirono la necessità di riunirsi in ordini più compatti e profondi e di dotarsi di maggiori armi difensive che coprissero gran parte della persona e di armi offensive molto lunghe per colpire il nemico senza uscire dai ranghi ed arrestarne l'impeto prima che urtasse contro la formazione. Fu in questo periodo che nacque la "falange oplitica", il cui nucleo principale fu costituito dai guerrieri migliori, gli "opliti", pesantemente armati di lancia – lunga da 3 a 4 metri – spada, elmo, corazza pettorale e gambiere, o schinieri, che coprivano le gambe dalle caviglie alle ginocchia, e un grande scudo ovale (oplon); questi guerrieri erano affiancati, preceduti o seguiti dai "peltasti", armati più leggermente e quindi più mobili, che portavano spada, una corta lancia, elmo, lorica, gambiere e un piccolo scudo rotondo (pelta); e dagli "psiliti", armati soltanto di giavellotto, arco o fionda. La falange, formazione serrata e massiccia, formava, in linea, un rettangolo di 256 uomini di fronte per 16 di profon-

dità.In battaglia, le prime cinque righe di opliti facevano sporgere davanti alla fronte le lunghe lance abbassate, mentre le altre undici le appoggiavano sulle spalle dei guerrieri della riga precedente per portare la punta più in alto allo scopo di smorzare l'impatto delle frecce che il nemico scagliava da lontano;quindi il primo urto era dato e sostenuto dalle prime righe, le successive servivano alla sostituzione dei caduti;non esistevano riserve, l'esito dello scontro dipendeva dall'urto iniziale. Alle ali della falange si schieravano piccoli reparti di cavalleria che era scarsa e poco efficiente, sia perché il terreno montuoso si prestava poco al suo addestramento e impiego, sia perché la produzione equina era scarsa e di non grande pregio. I carri, che rimasero ancora un'arma importante per i popoli asiatici, non furono impiegati dagli eserciti greco-macedoni.

All'epoca delle guerre con Tebe (366-331 a.C.), l'arte della guerra divenne più sofisticata e la falange meglio addestrata e più facile da manovrare. Gli spartani elaborarono una tattica per sopraffare l'ala sinistra avversaria. Prima dell'inizio della battaglia, ma dopo che i combattenti avevano formato le loro linee, l'ala destra della ben addestrata linea spartana volgeva il fianco a destra e marciava in avanti, ma rimanendo un'estensione della linea di battaglia; dopo una breve marcia, questa colonna piegava a sinistra verso il nemico e continuava fino a raggiungere la linea lungo la quale esso aveva schierato il suo esercito; allora il distaccamento spartano si fermava, faceva fronte a sinistra ed avanzava in linea di battaglia per attaccare il fianco avversario. Dopo essere stati sconfitti ripetutamente, anche i tebani adottarono una nuova tattica: sul loro fianco sinistro ammassarono quarantotto file profonde cinquanta uomini disponendo i migliori più avanti: il fianco destro ed il centro ebbero il compito di far fronte al nemico anche a costo di cedere terreno.Quando gli spartani attaccarono l'ala sinistra tebana, si trovarono delle linee troppo profonde per essere sfondate e quando cercarono di accerchiarle intervenne l'"Unità sacra", formata dai 300 migliori giovani dell'aristocrazia tebana che sbaragliarono gli avversari (Leuttra 371 a.C. – Mantinea 366 a.C.). Epaminonda, il grande comandante tebano, fu il precursore del famoso "ordine obliquo" di Federico il Grande di venti secoli dopo.

La *falange macedone* rappresentò un ulteriore sviluppo e miglioramento di quella greca.

Filippo, oltre a far tesoro delle lezioni tattiche di Epaminonda, forgiò uno strumento che gli permise di controllare le città greche e che diede al figlio Alessandro il dominio del mondo: introdusse la "sarissa", una lancia lunga dai 4 ai 5 metri, che diede alla falange macedone un immediato e importante vantaggio su quella greca, consentendole di impegnare il nemico prima che questo giungesse alla distanza della sua lancia; durante il tempo di Alessandro, la sarissa fu allungata ulteriormente fino a 6 metri ed oltre.

Questo fu uno dei pochi esempi dell'antichità di una deliberata e intenzionale modifica di un'arma per ottenere un vantaggio in combattimento.

Filippo trasmise al figlio anche una forza di *cavalleria pesante*. Mentre i greci – e i persiani – usavano, per i cavalieri, il giavelloto o l'arco, la cavalleria macedone contò principalmente sull'azione d'urto. Come la fanteria pesante, i cavalieri macedoni indossavano la corazza e l'elmo, e portavano lo scudo e una corta lancia (circa 3 metri) con una punta di ferro ad ognuna delle estremità.Benché i cavalieri mancassero di staffe, l'addestramento e la pratica li

misero in grado di mantenersi abbastanza saldamente in sella anche nel combattimento ravvicinato; al momento di colpire con la lancia,essi la rilasciavano immediatamente prima dell'impatto per diminuire su di loro l'effetto dell' urto ed evitando così di essere disarcionati.

I cavalieri macedoni si differenziarono da quelli greci anche in quanto erano perfettamente disciplinati ed addestrati per agire in gruppo e per rispondere ai comandi.

Sulla cavalleria avversaria, che contava sui giavellotti e gli archi e raramente giungeva allo scontro diretto, questa dottrina consentì loro di ottenere gli stessi vantaggi che la fanteria pesante greca aveva sulla fanteria leggera. La cavalleria nemica, impreparata all'azione d'urto, non poteva resistere alle sue cariche.

Da Filippo, Alessandro prese il concetto della disposizione asimmetrica delle truppe, modificando però la tattica dell'ordine obliquo con l'aumento della velocità d'urto della massa di manovra e attacco sostituendo agli opliti la cavalleria; degli opliti fece il perno intorno al quale manovrava la cavalleria, rinforzata su di un'ala, per dare il colpo decisivo allo schieramento avversario.

Alessandro apprese dai suoi nemici asiatici l'impiego degli elefanti come strumentodi guerra. Le sue ultime operazioni militari videro un largo uso di questi animali che avevano barde e protezioni frontali metalliche e portavano sul dorso torrette con un numero di arcieri variante da due a cinque.Gli elefanti precedevano la falange ed avevano una funzione di rottura della linea avversaria – come quelli di Annibale – ed oltre ad avere una certa resistenza di fronte alle armi da getto,incutevano il terrore negli avversari, spesso mettendoli in rotta. Mentre i cavalieri, che sarebbero stati ancora privi di staffe per molti secoli,correvano il rischio di essere disarcionati, gli equipaggi degli elefanti avevano nella torretta una piattaforma più stabile e,trovandosi al riparo e ad oltre due metri d'altezza,erano quasi immuni rispetto alle armi del nemico; spesso però i pachidermi si rivelavano un'arma a doppio taglio: se il nemico non perdeva la calma,poteva sgarrettarli o spaventarli con tizzoni ardenti mettendoli in fuga disordinatamente, il che provocava lo scompiglio nelle linee di chi li aveva impiegati.

Alessandro, nell'impiego della sua *tattica*, ebbe chiaro e netto il concetto dei vantaggi morali dell'offensiva, come pure ebbe chiaro e netto quello di operare con forze riunite. Mai un distaccamento fu tenuto lontano nel momento in cui la battaglia pareva imminente. Notevole fu anche l'impiego fatto da Alessandro della sua cavalleria, facendola precedere l'esercito per una larga esplorazione al fine di riconoscere il nemico.

Riuscì a ridurre la lentezza e la pesantezza della falange ed il suo carattere eminentemente difensivo mediante l'aggiunta di corpi leggeri e celeri di fanteria e cavalleria, posti non soltanto alle ali ma dovunque le circostanze lo avessero richiesto. Nella tattica di battaglia, non era con la falange oplitica che egli portava i suoi colpi; al contrario, essa costituiva la sua ala difensiva, la sua incudine contro la quale addossava l'esercito nemico mediante il martello della sua ala offensiva composta dalle truppe mobili da lui stesso comandate. Dopo la battaglia non mancava mai di sfruttare il successo con l'inseguimento vicino e lontano.

Dato il suo disegno di conquiste oltre i confini del suo regno, Alessandro fu un grande maestro di *strategia*. Su questo piano dimostrò una grande padronanza, sia per quanto riguarda il fine sia i mezzi; dopo la vittoria completò la di-

struzione dell'esercito nemico con l'inseguimento, si assicurò immediatamente le sue piazzeforti, i suoi approvvigionamenti, i suoi tesori, controllò i paesi conquistati installandovi delle guarnigioni. Nelle grandi unità politiche che sorsero dal suo impero – Macedonia e Grecia degli Antigonidi, Oriente seleucida ed Egitto tolemaico – l'esercito continuò a tenere il posto principale ed a rappresentare il potere: le monarchie furono militari, ben diverse da quelle delle città greche che le avevano educate.

La campagna persiana di Alessandro presenta anche una grande organizzazione *logistica*.

Per i trasporti del suo esercito impiegò, in maggioranza, cavalli da carico e muli, ognuno con una capacità di trasporto di circa 100 kg.; gli animali da traino, compresi i buoi, furono usati per un esiguo numero di carri, per le macchine da guerra e per le ambulanze.

Gli animali da soma non solo potevano più facilmente seguire l'esercito su terreni difficili, ma anche l'inefficiente imbrigliatura usata in quei tempi dava ai carri soltanto un piccolo margine di vantaggio su di loro. Gli animali trasportarono tende, equipaggiamenti, viveri, utensili, materiale sanitario ed altro e si contarono, mediamente, in almeno uno per ogni cinquanta uomini della forza:così,quando Alessandro iniziò la sua campagna in Asia con 65.000 uomini, disponeva probabilmente di 1300 animali da soma.

Alessandro pianificò l'inizio della campagna immediatamente prima del raccolto. Con una partenza anticipata, si sarebbe trovato in un territorio con i granai vuoti, con buona parte della popolazione sull'orlo della fame,in attesa della maturazione delle messi. Partendo in questo periodo, protesse anche le sue navi onerarie dalla potente flotta persiana con le sue migliaia di rematori e marinai, che non potè prendere il mare fino a quando il nuovo raccolto non avesse fornito la necessaria scorta di approvvigionamenti per la flotta, mentre le sue scorte erano state precostituite. Entrando in Asia, Alessandro ebbe a disposizione una provvista per dieci giorni di grano: più di un chilogrammo al giorno per ogni uomo e cinque chilogrammi al giorno per ogni animale; la maggior parte di queste provviste fu tenuta sulle navi.

Dopo aver sconfitto i persiani sul Granico (334 a.C.) e stabilito il suo controllo sull'Anatolia nordoccidentale, Alessandro avanzò lungo una direttrice costiera dove trovò un'agricoltura produttiva e agglomerati urbani con una sufficente rete di trasporti per raccogliere gli approvvigionamenti. Così potè rifornire il suo esercito requisendo dalle città dove, dopo il raccolto, il cibo era abbondante. I diversi itinerari costieri offrirono anche buone strade, così l'esercito fu in grado di marciare fino a dieci quindici miglia al giorno, con un giorno alla settimana di riposo per gli uomini e gli animali. Lungo la direttrice costiera si trovavano anche diversi corsi d'acqua che gli consentirono di dissetare uomini e cavalli.Gli ostacoli vennero superati dal servizio del genio che comprendeva artieri e pontieri:un esempio rimasto famoso fu il passaggio dell'Indo con un ponte di barche trasportate mediante carri per via terra.

Le navi che lo seguivano lungo la costa gli garantirono i rifornimenti da un punto all'altro e l'acqua quando attraversava zone aride; una grossa nave oneraria poteva trasportare 400 tonnellate, il carico di 4000 animali da soma.

Durante l'inverno Alessandro divise il suo grosso esercito in diverse unità

separate, facilitando gli approvvigionamenti e consentendogli il controllo su di un territorio sempre più vasto; le comunicazioni vennero assicurate da un servizio di dispacci mediante corrieri e segnalazioni ottiche. Di questo periodo Polibio, nel suo Libro II delle sue "Storie", nel capitolo dedicato alle segnalazioni a distanza scrive: "Le segnalazioni luminose sono molto importanti, sopratutto in tempo di guerra, ma bisogna dire che nel passato sono state usate in modo piuttosto empirico". Si deve ad Enea il Tattico (scrittore militare greco intorno al 350 a.C.) autore di un'opera di strategia militare, se tali problemi vennero migliorati con l'invenzione del segnalatore ottico ad acqua.

Enea il Tattico dotò le torri ed i colli di segnalazione di vasi in terracotta di identica misura riempiti d'acqua e forniti di galleggianti di sughero; su di essi poggiavano verticalmente dei bastoni, pure di uguale misura, divisi in diverse zone, ciascuna delle quali corrispondeva ad una frase convenzionale. L'inizio della trasmissione veniva dato accendendo una torcia: subito dopo, sia chi inviava il messaggio sia chi lo riceveva, aprivano contemporaneamente un rubinetto alla base del vaso facendone uscire l'acqua. Quando il bastone posto sul galleggiante scendeva fino a raggiungere la zona del messaggio che si voleva trasmettere, con una torcia si dava il segnale di fine messaggio e i due rubinetti venivano chiusi.

La postazione ricevente, riempito di nuovo il vaso d'acqua, ripeteva,a sua volta, se necessario, l'operazione con un'altra postazione e così, di colle in colle, il messaggio giungeva a destinazione. Questo sistema di segnalazione valse nell'ambito delle truppe operanti poiché Alessandro non potè mai avere una comunicazione diretta con la madrepatria ad eccezione di qualche lettera occasionale. Non ebbe mai neanche delle basi strategiche, come vengono intese oggi, ma soltanto dei campi, più o meno permanenti, costituiti da agglomerati ben protetti di baracche o tende che seguirono i movimenti del suo esercito e che servirono principalmente come depositi del bagaglio pesante e punti di raccolta dei rifornimenti che affluivano dai territori circostanti.

Nella sua lunga guerra per conquistare l'impero persiano ed invadere l'India, Alessandro incontrò ostacoli logistici molto maggiori di quelli incontrati nella sua marcia dall'Ellesponto all'Egitto, ma anche questa campagna dimostrò l'importanza dei rifornimenti e le costrizioni logistiche imposte non soltanto ai movimenti degli eserciti, ma anche alla loro permanenza sui luoghi. Comunque, le campagne di Alessandro dimostrarono la competente organizzazione logistica del suo esercito che fu sempre sufficientemente rifornito tranne, forse, per un quasi disastro nel deserto della regione dell'Indo, quando incontrò alte montagne e sabbia cedevole non compatta, nella quale gli uomini sprofondavano come nella neve immacolata; soltanto la guida carismatica di Alessandro salvò il suo esercito da questa dura prova.[1]

Per quanto riguarda l'ingegneria, i greco-macedoni non adottarono tecniche avanzate nel campo delle fortificazioni: tutte le città erano circondate da alte mura di notevole spessore (quelle di Micene raggiunsero i sei metri), tranne Sparta, che confidava sul valore e la resistenza dei suoi cittadini; al centro delle

[1] Arriano Flavio: "Anabasi di Alessandro" – VI

città, una roccaforte su di un luogo elevato – l'acropoli – rappresentava il punto di estrema difesa. Le migliori opere di difesa furono costruite dal re macedone Demetrio Poliorcete sul finire del quarto secolo a.C.

Si verificò invece un rapido sviluppo nelle macchine da guerra e nelle tecniche d'assedio, particolarmente dal 400 al 200 a.C. Alle torri ed agli arieti si aggiunsero le macchine da lancio – la prima "artiglieria meccanica" - il cui primo progenitore fu, all'inizio del quarto secolo a.C., Dionisio di Siracusa. Queste macchine furono di due categorie, a seconda dei principi dinamici usati:quelle che sfruttavano la tensione di un corpo elastico e quelle che usavano la torsione. Le macchine basate sul principio della tensione – forza creata piegando le estremità di un arco o di una lunga panca – erano chiamate "baliste", mentre quelle basate sulla forza della torsione – creata torcendo funi e fibre – erano designate come "catapulte". La prima balista fu l' "euthytonon", arma a tensione con traiettoria piatta: le sue parti essenziali erano una struttura, il dispositivo di lancio a canale e un basamento. La struttura, fissata sul basamento, consisteva di due travi orizzontali separate da altre quattro verticali, così la struttura creava tre finestre; il canale passava attraverso la finestra centrale; fissata fermamente sul supporto di ogni finestra laterale, si trovava una fune verticale leggermente attorcigliata, composta di capelli umani e tendini animali, due robusti bracci di legno venivano inseriti nella grossa fune e collegati con una robustissima corda d'arco.

Questa corda veniva tirata indietro meccanicamente e assicurata in grande tensione dietro un missile – di solito un grosso dardo – nel canale e rilasciata con un congegno di sgancio.Un'altra arma similare alla balista fu il "palintonon". Questo funzionava sullo stesso principio eccetto che le travi guida erano su di un piano inclinato, lungo il quale la corda che univa i due bracci spingeva una palla di pietra in un canale molto liscio.

Una tipica catapulta a torsione consisteva di una robusta e pesante struttura rettangolare, una pala di lancio verticale e due travi verticali, solidamente unite da una trave trasversale alla cima. La base della pala di lancio era collegata con una grossa corda attorcigliata e orizzontale, situata fra le due fiancate della struttura dietro la trave trasversale; l'estremità alta della pala di lancio aveva la forma di un grosso cucchiaio. Per azionare l'arma,la pala veniva tirata indietro in una posizione quasi orizzontale da un verricello e la pietra, o altro proiettile, veniva collocata nel cucchiaione. Quando un meccanismo di sgancio rilasciava la pala dalla fune del verricello, quella ritornava con gran forza alla posizione verticale a colpire la trave trasversale e la forza d'inerzia scagliava il proiettile, in una traiettoria curva, nella direzione del bersaglio.

Le possibilità di queste armi erano limitate, sia in potenza sia in mobilità. Le piccole baliste erano soltanto antiuomo ed essenzialmente armi difensive ma, da sole, non potevano lanciare proiettili sufficienti a fermare un assalto. Le pesanti macchine d'assedio erano ancor più limitate nelle loro prestazioni; anche le più potenti catapulte avevano una molto scarsa energia d'impatto oltre a quella generata dal peso del proiettile (intorno ai 20-30 kg.) in caduta libera e questa difficilmente poteva infrangere le solide mura delle più potenti fortificazioni. Tuttavia,contro uomini o macchine avversari potevano essere molto efficaci,sia in offesa sia in difesa. In attacco, le baliste e le catapulte potevano batte-

re lo spazio di un muro occupato dai difensori così che gli arieti, le torri d'assedio e le scale potevano essere fatti avanzare sotto il lancio di proiettili di copertura. Alternativamente, il loro uso da parte dei difensori poteva seriamente interferire nelle operazioni degli attaccanti e contribuire così notevolmente alla relativa invulnerabilità delle più potenti fortificazioni.[2]

Filippo fu il primo a portarsi al seguito baliste e catapulte, ma il primo a sfruttarle in massa fu suo figlio Alessandro, dimostrandosi un grande maestro anche della guerra d'assedio. Oltre alle baliste ed alle catapulte, Alessandro ebbe a sua disposizione anche un uncino murale – ideato e costruito dal suo ingegnere Diade – consistente di una lunga e pesante sbarra, sospesa ad un'alta struttura verticale, per abbattere i parapetti delle mura. Diade inventò anche il "telenon", una cassa, o grosso cesto abbastanza grandi da contenere un certo numero di armati, sospesi ad un'asta. Quest'asta era, a sua volta, collegata ad un alto albero o struttura verticale lungo la quale essa poteva essere sollevata o abbassata con un paranco.Mediante questo tipo di elevatore, un gruppo di guerrieri poteva essere issato all'altezza dei parapetti; fatto oscillare su eventuali ostacoli, come un fossato, e depositato direttamente sui bastioni nemici.

Due classici esempi illustrano le tecniche d'assedio: le operazioni contro Tiro e Gaza.

Nel 334 a.C.,Alessandro aveva ripreso la guerra contro la Persia iniziata dal padre. Battuto l'esercito persiano al Granico, si era avviato alla conquista dell'Asia Minore.

Per assicurarsi le spalle, aveva bisogno di occupare i porti del Mediterraneo che sarebbero serviti di base alla sua flotta di centosessanta navi e avrebbero impedito ai persiani di imbarcarsi per un attacco alla Grecia. Fece quindi una digressione verso Tiro, in Siria, la base principale della flotta persiana. Tiro era una città sulla costa, protetta da mura, ma principalmente da una cittadella fortificata su di un'isola a circa settecento metri dalla terraferma; essa era stata costruita su rocce inaccessibili a quarantacinque metri sul livello del mare e dotata di grosse mura. Nel 332 a.C., conquistata la città sul continente, Alessandro ordinò a Diade di costruire un lungo e solido molo di pietre e terra, largo 60 metri, per raggiungere la fortezza. Le foreste e le case distrutte fornirono i tronchi ed il pietrame. Mentre l'opera progrediva, si avvicinarono imbarcazioni di arcieri tirii che scagliarono nugoli di frecce contro i genieri macedoni; per proteggerli furono costruite due grandi torri di legno alte una cinquantina di metri, dotate di baliste e catapulte, che avanzarono con l'avanzare del molo. I tirii allora, una notte, lanciarono due brulotti (navi incendiarie), danneggiando il molo e distruggendo le torri. Fatte costruire altre due torri, Alessandro radunò una forza navale e bloccò l'isola. Nonostante l'accanita resistenza, l'isola, alla fine, fu raggiunta dal molo e la fortezza fu attaccata da due direzioni: gli arieti, dopo diversi tentativi, aprirono una breccia nelle mura, mentre le navi lanciarono sugli spalti passerelle d'abbordaggio. Quattromila opliti, dopo una furibonda mischia, occuparono la cittadella.

---

[2] Trevor N. Dupuy: "The evolution of weapons and warfare" – Da Capo Press Inc. New York, 1984 pp. 29-30-31

Alessandro proseguì verso sud ma la sua marcia fu bloccata dalla città di Gaza: questa era arroccata su di una collina e Diade costruì una rampa tutt'intorno ad essa alta circa 80 metri sulla quale vennero portate le macchine d'assedio per battere la città e per coprire l'espansione della rampa verso le mura. Dopo due mesi, nonostante la disperata difesa degli assediati, i macedoni misero in azione le scale d'assedio e penetrarono nella città coprendola di cadaveri.

Un altro famoso ingegnere e matematico greco fu Archimede che, all'assedio di Siracusa da parte dei romani (214-212 a.C.), diresse la difesa della città costruendo particolari macchine da guerra. Il console Marcello, imbarcato con il suo esercito su sessantotto quinquiremi, aveva assalito la città dal mare ed aveva fatto costruire una piattaforma galleggiante costituita da otto navi legate insieme: su di essa aveva collocato una grossa macchina da guerra; spinta ad accostarsi alle mura, avrebbe così consentito ai legionari di venire a contatto diretto con i difensori. Ma Archimede, come racconta Plutarco: "Cominciò a bombardare con le sue armi da lancio, gettando sulle forze avversarie ogni sorta di dardi e di pietre, con incredibile rumore e violenza, tali che nessun uomo poteva resistervi. Alcune navi romane furono afferrate da ganci di ferro, sollevate con la forza di contrappesi e quidi gettate a fondo. Spesso appariva la vista terribile di una nave sollevata dal mare nell'aria, per essere sbattuta contro le fortificazioni o lasciata cadere dai ganci che si aprivano. La gran macchina da guerra che Marcello stava facendo venire avanti sulla zattera, chiamata l'"arpa", fu colpita quando era ancora a distanza da una pietra del peso di dieci talenti (circa trecento kg.), poi da un'altra e da un'altra ancora che cadde con rumore orribile, rompendo la piattaforma sulla quale si trovava la macchina, allentandone i legami e tranciando i supporti che la sostenevano".[3] Fallito il tentativo di prendere la città d'assalto, Marcello l'assediò con un lungo blocco, stretto e costante e riuscì poi a conquistarla con uno stratagemma. Durante il sacco della città Archimede fu ucciso da un legionario ignaro della sua identità. L'assedio di Siracusa diede il via alla leggenda degli "specchi ustori", cioe specchi concavi di grandi dimensioni in grado di concentrare i raggi solari contro le navi nemiche con tale intensità da incendiarle; ma tutto ciò non è mai stato confermato dai grandi storici. La leggenda ebbe probabilmente origine dall'opera scritta da Archimede, la "Catottrica", un trattato sulla formazione delle immagini negli specchi concavi e convessi; a conoscenza del trattato, il bizantino Tzetze inventò la leggenda degli "specchi ustori".

Sull'ingegneria meccanica del periodo greco, un ampio trattato fu scritto da Filone da Bisanzio (146 a.C.), la "Poliorcetica", del quale ci sono giunti soltanto i Libri IV e V.

Tecnologia e arte militare navale.

I greci, e particolarmente gli ateniesi, perfezionarono il disegno delle galere fenicie e portarono la guerra navale ad un'abilità e ad una perfezione tecniche

---

[3] Plutarco: "Vite parallele – Vita di Marcello" – Libri XVI-XIX

fino ad allora sconosciute, ed esaltarono le caratteristiche necessarie ad una nave da guerra la cui manovra principale era lo speronamento: velocità, potenza e grande precisione manovriera. Per aumentare la velocità e la potenza si avrebbe dovuto aumentare il numero dei rematori e perciò allungare lo scafo pregiudicandone la resistenza. Aumentarono così le file dei remi a tre ed arrivarono alla "trireme", riunendo la potenza motrice in uno spazio più ristretto, mantenendo la lunghezza dello scafo entro limiti ragionevoli. La leggerezza fu ottenuta usando per la costruzione dello scafo legno di abete che purtroppo durava poco in mare e quindi la nave doveva venire spesso tirata in secco per lavori di manutenzione. Questa nave, con un dislocamento di circa 130 tonnellate, aveva una lunghezza di circa 36-40 metri ed un pescaggio di poco più di un metro. Di norma, i vogatori erano 170, sistemati su tre file di banchi e precisamente: banchi superiori (traniti),con 31 remi per fianco; banchi intermedi (zigiti), 27 remi per fianco; banchi inferiori (talamiti), 27 remi per fianco. La sua velocità era di 5-6 nodi; era dotata di una vela quadrata sul suo unico albero come mezzo di energia ausiliaria, ma prima del combattimento veniva ammainata o addirittura lasciata a terra con tutta l'attrezzatura. I marinai erano molto pochi e addetti all'ancora ed alla vela. L'arma principale era il già descritto sperone metallico. Talvolta però le difficoltà di giungere allo speronamento erano tali che i greci, di solito, preferivano affiancarsi strettamente alla nave nemica ritirando i propri remi all'ultimo momento e fracassandole i suoi; dopodiche l'abbordavano con i guerrieri imbarcati – di norma una quarantina – oppure la speronavano con un'altra loro nave. Con trecentodieci triremi, a Salamina (480 a.C.), i greci, agli ordini di Temistocle, sconfissero la grandiosa flotta persiana di Serse, forte di 1207 navi. Molto più tardi, durante la Seconda Guerra Siriana, Antigono di Macedonia sconfisse Tolomeo II d'Egitto nella battaglia navale di Cos (258 a.C.) impiegando anche la "catafratta". Questa nave, che pare avesse avuto origine a Corinto, era di mole tale che il suo legno sarebbe stato sufficiente a costruire quindici triremi e che il rapporto fra la sua potenza di remaggio a quello della trireme fosse di nove a tre (nove rematori contro tre). Era protetta dallo speronamento dal grosso spessore del fasciame laterale ed era dotata di ponti sopraelevati destinati sia alla protezione dei rematori sia a servire come piattaforma per i gruppi d'arrembaggio sui quali si faceva il principale assegnamento.

Due erano le tattiche usate dai greci: la prima era il "diekoplous"che consisteva nell'aprirsi un varco attraverso la formazione delle navi nemiche spezzandone nel passaggio, come suaccennato, i remi e poi invertire la rotta assalendo alle spalle gli avversari immobilizzati; la seconda era il 'periplous", che consisteva in un rapido avvolgimento del fianco nemico per prenderlo alle spalle.

Per aumentare la potenza di spinta della trireme, da questa i greci derivarono le "quadriremi" e le "quinquiremi", il cui termine non si riferiva agli ordini di remi – che rimanevano tre – bensì al numero di vogatori che maneggiavano ogni singolo remo.

Data la scarsa capacità di carico delle triremi, una flotta da guerra non poteva trasportare cibo e acqua per un lungo viaggio e quindi doveva essere accompagnata da una flottiglia di navi da trasporto con caratteristiche ben diverse da quelle da guerra: erano spaziose e panciute, più adatte a tener bene il mare e la loro propulsione era quasi esclusivamente affidata ad una vela quadra, mentre i

remi venivano usati solo per le manovre o in caso di bonaccia. Poiché le navi di questo tipo erano in grado di compiere viaggi più lunghi e quindi di rimanere in mare per molto più tempo, lo scafo di queste aveva una protezione di sottili lamine di piombo, fissate con chiodi di rame, contro la "teredo navalis", un mollusco che attaccava il legno.

Oltre a caricare cibo e materiali,queste navi venivano impiegate per trasportare forze militari contro obiettivi terrestri, tuttavia, tale tipo di attività era molto rara: le uniche notizie pervenute fino a noi riguardano le operazioni di Alessandro contro Tiro e del console Marcello contro Siracusa.

Fondamentalmente la strategia navale ebbe un obiettivo logistico: cercò di controllare il mare per assicurare il proprio commercio, per impedire l'uso delle vie marittime ai mercantili del nemico, per muovere ed approvvigionare i propri eserciti e per prevenire il movimento ed il supporto delle forze nemiche. Il successo delle flotte greche nell'interdire le linee di rifornimento delle forze persiane, e così indebolendole, esemplificò il ruolo cruciale che la strategia logistica navale poteva svolgere. La vittoria di Salamina diede ai greci il controllo necessario per impiegare la strategia logistica navale contro le comunicazioni degli eserciti persiani. La strategia di Alessandro di usare il suo esercito per catturare le basi della flotta persiana, dimostrò l'uso di una strategia logistica per sconfiggere la flotta nemica.

Il contributo della marina militare alle operazioni dell'esercito,così come la sua guerra sul mare, rivelò molti paralleli con le operazioni terrestri. Esso ebbe un grande effetto sulla guerra terrestre per la sua influenza sulla strategia attraverso la logistica, offrendo il mare la più efficiente, e spesso l'unica ragionevole, comunicazione fra due punti sulla terra. L'effetto del dominio del mare greco sull'indebolimento dell' esercito persiano prima della battaglia di Platea, dimostra il più tipico significato strategico della marina per la guerra terrestre.

Per concludere l'esame dell'aspetto navale del periodo greco-macedone, desideriamo accennare ai porti che in tutto il Mediterraneo furono numerosi: il più celebre fu quello del Pireo, in grado di ospitare 370 navi, dotato di catene di ferro o gomene per chiuderlo durante la notte o in caso di guerra; protetto da moli e mura per la difesa contro i marosi e i nemici, aveva la parte riservata alla marina militare separata da quella per le navi mercantili. Un altro famoso grande porto dell'epoca fu quello di Alessandria per essere stato il primo a disporre di un faro: l'ingresso del porto era ristretto da due moli, uno che si protendeva dalla penisola di Lochias, l'altro dall'isola di Pharos; su quest'ultima – da cui derivò il nome – Sostrato di Cnido, sotto il regno di Tolomeo Filadelfo (280 a.C.), costruì una torre con un'enorme base a pianta quadra e alta 85 metri, sulla cima della quale, a sezione cilindrica, era collocata una lanterna in cui venivano bruciati legni resinosi, e gli specchi, posti dalla parte della terra, concentravano la luce verso il mare ove pare fosse visibile a 300 stadi (circa 55 Km) di distanza.

Guerriero greco

Fanti greci in formazione di combattimento

Capitolo III

I ROMANI

Tecnologia e arte militare terrestre.

Lo spostamento dell'asse della civiltà raggiunse pressoché il culmine per il mondo antico con l'irresistibile ascesa di Roma. Durante i primi due secoli del periodo in cui i greci raccoglievano i frutti della loro età classica, gli etruschi erano il più civile popolo della penisola italiana e sembravano di gran lunga i più potenti. Ma dopo altri due secoli furono sottomessi dai romani e anche i greci si assoggettarono a Roma. Per oltre un millennio della storia di Roma furono le istituzioni e l'arte militare – in tutte le sue componenti – a prevalere sulla tecnologia ed a sfruttarla. Durante questo periodo storico, le modifiche tecnologiche introdotte nel combattimento campale furono frequentemente minime: una spada rimase una spada,una lancia una lancia e uno scudo uno scudo. Soltanto occasionalmente, sia i romani sia i loro avversari, furono in grado di introdurre nuovi mezzi ai quali l'una o l'altra parte non poteva rispondere. Nel complesso, tuttavia, tutti gli eserciti raggiunsero, o mantennero, livelli tecnologici molto simili. La vittoria non fu tanto una questione di raggiungere la superiorità in ogni singola arma, ma piuttosto di coordinare le varie tecnologie disponibili in modo da mascherare le rispettive debolezze e mettere in evidenza le rispettive forze. E ciò Roma lo ottenne con un'organizzazione particolarmente articolata, con dei combattenti altamente addestrati e disciplinati e con comandanti in grado di comprendere le situazioni. Per questa ragione, in questo capitolo, ci soffermeremo maggiormente sull'arte militare, pur non tralasciando la tecnologia che, in alcuni settori,subì sostanziali perfezionamenti.

Per quanto riguarda le armi,mentre l'arma principale della fanteria greca era stata la lancia – o picca – e la spada aveva ricoperto non più di un ruolo ausiliario, ciò che rese i legionari romani così efficienti fu la combinazione di giavellotti e spade; questa metteva il nemico in una posizione quasi impossibile poiché era ugualmente pericolosa sia a ranghi aperti sia chiusi. Più tardi i romani giunsero a farsi sostenere da ausiliari provenienti da classi socio-economiche più basse o appartenenti a nazioni alleate: raggruppati nelle loro unità, questi ausiliari furono armati con una varietà di armi da tiro a lunga distanza quali archi, fionde (frombole) e dardi. La cavalleria leggera e quella pesante, armate di lancia e spada, furono impiegate per ottenere la mobilità tattica. Le armi difensive rimasero sempre corazze, elmi e scudi. All'inizio la legione fece un uso molto limitato di macchine da guerra.

La spada dei legionari fu – dal III secolo a.C. – il "gladio" che, secondo Polibio e Livio, fu adottato dalla spada dei mercenari spagnoli: l'arma era lunga circa 60 cm. con una pesante, appuntita e affilatissima lama larga circa 5 cm., l'elsa era di legno, osso, avorio o metallo. Era più manovrabile e versatile di una lan-

cia e, oltre ad infliggere profonde ferite, veniva usata anche per spezzare le estremità anteriori delle lance della falange. Essendo un'arma da combattimento corpo a corpo, il gladio offriva meno protezione della lancia che teneva il nemico a distanza; ma questo svantaggio era compensato da uno scudo migliorato. I macedoni avevano ingrandito il piccolo scudo circolare dei greci: i romani ne modificarono la forma rendendolo rettangolare e convesso, alto circa 120 cm. e largo 60, in modo da coprire la maggior parte del corpo; lo scudo era di legno coperto di cuoio e rinforzato da sottili strisce di metallo; con questa protezione, la corazza del legionario fu più leggera di quella dell'oplita macedone. L'altra arma romana fu il "pilum" un giavellotto che, come il gladio, apparve nel terzo secolo a.C.; nonostante subisse delle variazioni, il tipo più usato era molto leggero, composto metà di legno e metà di metallo: in un'asta di legno lunga un metro circa, veniva incastrata una più sottile asta appuntita di ferro della stessa lunghezza, che portava la lunghezza del "pilum" a circa due metri. Dotato di un'alta capacità di penetrazione, veniva lanciato con una sola mano ad una distanza intorno ai venti metri, a nugoli, dai legionari delle prime file; molto spesso riusciva a spezzare gli scudi dei nemici che rimanevano senza difesa, soggetti ai colpi dei gladii romani; tenuto in mano, fungeva da corta lancia. Di norma, il legionario era dotato di due "pila", uno leggero ed uno un pò più pesante.

L'unità base dell'esercito romano fu la "*legione*" (da "legere" = radunare), l'ordinamento della quale ebbe caratteristiche corrispondenti alle tre grandi epoche in cui si può dividere la storia di Roma: monarchia (750 – 508 a.C.), repubblica (508 -27 a.C.), impero (27 – 476 d.C. caduta dell'impero romano d'occidente).

Al primo periodo corrispose la *legione falangitica*, la prima espressione di forma delle milizie romane, modellata su quella greca, formazione quindi rigida, compatta, avente,nelle prime righe, i migliori combattenti. Circondati da bellicosi vicini, i romani, in un primo tempo, dovettero pensare più a difendersi che ad offendere; la legione falangitica, solida e massiccia del tempo dei re, ordinata da Servio Tullio, rispondeva a questa necessità. Tutti i cittadini, e solo i cittadini, avevano il diritto ed il dovere di portare le armi; il re chiamava a raccolta l'esercito e lo comandava. La legione si scioglieva dopo la guerra ad eccezione delle sei centurie di cavalleria che restavano costituite anche in tempo di pace, per evitare la difficoltà di raccolta dei cavalli in caso di bisogno.

Dalla legione falangitica si passò alla *legione manipolare*, quando Roma acquistò coscienza della sua capacità di espansione e modificò i suoi ordinamenti militari conformandoli ai nuovi compiti; ai tempi di Fulvio Camillo la legione,divenuta manipolare, si snodò per essere atta al movimento ed all'offesa. Questa riforma si adeguò ai nuovi scopi bellici di conquista, ai più forti nemici da combattere, alla più lunga e complessa battaglia da affrontare. La legione comprendeva fanteria e cavalleria. La fanteria comprendeva i "veliti", tratti dai cittadini poveri, armati di giavellotti, gladio e piccolo scudo rotondo e che avevano il compito di iniziare il combattimento al di fuori della legione; non avevano un ordinamento proprio; i "legionari", tratti dai più abbienti e divisi in base al criterio dell'anzianità di servizio in: "astati", i più giovani dei migliori fra i veliti che erano ritenuti degni di passare nei legionari in seguito a prove di perizia e di valore:armati di gladio e di due giavellotti lunghi, uno leggero ed uno pesante, el-

mo, pettorale e scudo rettangolare; i "principi", tratti dai migliori militi dopo la scelta dei triari:armati di gladio, pilum,elmo, corazza e scudo; i "triari", i militi sceltissimi e più tenuti in considerazione per censo, valore individuale e lungo servizio: armati di lancia, gladio, elmo, corazza e scudo. Unità tattica era il *manipolo*, di 120 fra astati e principi e di 60 triari. La legione era formata da 30 manipoli e 1200 veliti, per un totale di 4200 uomini e si schierava su tre linee, la prima di astati, la seconda di principi e l'ultima di triari. Con la separazione di tre linee, i romani vollero creare una formazione maneggevole, atta a muovere su terreno vario e rotto, snodata, capace di compiere movimenti per frazioni a mano a mano più forti per spirito e preparazione. Mentre nella falange i migliori combattevano nelle prime righe, dove quindi si risolveva la lotta, nella legione manipolare i migliori, cioè i veterani, intervenivano ultimi nella battaglia e formavano la riserva del comandante: l'intervento di questi era raro, tanto che la proverbiale espressione romana: "res ad triarios redit" veniva usata per indicare una situazione disperata. Gli intervalli fra i manipoli e le distanze fra le linee variavano a seconda del terreno e della potenza delle armi nemiche.

Il fronte della legione era di circa 400 metri:i manipoli venivano disposti a scacchiera; gli intervalli servivano alla manovra: come via di ripiegamento per i manipoli battuti, come via di avanzata per i manipoli retrostanti a rincalzo dei precedenti, come via di sbocco alla cavalleria per la carica. Il frazionamento in manipoli aveva anche il vantaggio di non vedere coinvolti, nell'eventuale disordine di un manipolo battuto, i reparti laterali e quelli retrostanti, di adattare le formazioni a qualsiasi terreno e di alimentare il combattimento con forze fresche, scelte e valorose, per contrapporle al nemico, stanco anche se vittorioso, delle prime linee.

La *cavalleria* entrava nella legione per circa un decimo (esclusi i veliti), cioè, su 3000 fanti 300 cavalli. L'unità tattica era la "turma" di 30 cavalieri, divisa in 3 "decurie". Ogni legione disponeva di 10 "turmae" schierate per metà ai lati della legione.

Le armi offensive erano il gladio (nel primo impero fu adottata una spada più lunga (spatha), la lancia, munita di un calcio di ferro appuntito che permetteva di usarla da tutte e due le parti; quelle difensive erano l'elmo, la corazza di scaglie o maglia di ferro e lo scudo rotondo convesso (parma equestris), nel primo impero divenne ovale o esagonale e piatto.

Le caratteristiche del combattimento manipolare erano le seguenti: i veliti ingaggiavano lo scontro mascherando la manovra della legione o manovrando negli intervalli o sul tergo dei manipoli disturbando il nemico; interveniva poi l'urto degli astati che, se respinti, ripiegavano dietro i principi,passando per gli intervalli;il secondo urto era quello dei principi; i triari, con il ginocchio a terra, attendevano come riserva per intervenire in casi estremi. La cavalleria,passando fra gli intervalli dei manipoli o manovrando alle ali, concorreva all'azione e, una volta sgominato il nemico, lo inseguiva per sfruttare il successo.

I romani non erano grandi tattici ma facevano assegnamento sopratutto sulla disciplina e sull'abilità superiore dei legionari, per cui, anche cattivi comandanti potevano vincere le battaglie; l'obiettivo consueto era lo sfondamento del centro nemico. Tuttavia, quando questa tattica veniva praticata contro un genio,per esempio Annibale, poteva avere effetti disastrosi come quando il generale car-

taginese a Canne (216 a.C.), arretrò il proprio centro e attaccò le ali nemiche avvolgendo il centro romano e lo distrusse.

Soltanto con comandanti brillanti, come Scipione o Cesare, la tattica abituale subiva variazioni: comunque, il valore dei legionari restava l'elemento decisivo.

La legione coortale rappresentò il primo peggioramento nell'ordinamento militare romano. Venne istituita da Caio Mario, che riunì tre manipoli in una coorte, portando la legione a 6000 uomini (10 coorti) e abolendo ogni distinzione nella fanteria: tutti furono fanti allo stesso modo. Ogni manipolo (200 uomini) si scindeva in due centurie. La coorte aveva tre manipoli affiancati, con le centurie una dietro l'altra, su venti file di cinque righe. La legione si schierò inizialmente su due linee, ciascuna di cinque coorti, variamente intervallate e distanziate, disposte a scacchiera od anche, come ai tempi di Cesare, su tre o quattro linee.

Nel I secolo a.C., moltiplicandosi le guerre, con la conseguente e crescente necessità di reclutare numerosi eserciti, si dovettero introdurre nelle legioni i proletari, i liberti e qualche volta anche gli schiavi; ciò non bastò nemmeno e si ricorse ad elementi non italiani. Nell'epoca di Mario, e negli anni seguenti, l'elemento romano che entrava negli eserciti era quasi tutto composto dai cittadini più infimi, i quali non trovavano o sfuggivano il lavoro e si presentavano numerosi ad arruolarsi volontari, sia per la paga che si era incominciata a distribuire, sia per i sempre più numerosi permessi di saccheggio che venivano concessi dopo la conquista dei territori. D'altra parte, i nobili ed i possidenti, particolarmente i cavalieri, cercavano con ogni mezzo di esimersi dall'obbligo del servizio militare per ottenere invece cariche ed impieghi nelle provincie soggette.

L'istituzione della legione coortale, primo passo verso il ritorno all'ordinamento falangitico, segnò un regresso nella tattica, nella mobilità e manovrabilità dei reparti minori e,con l'abolizione delle tre specialità (astati, principi e triari) si affievolì lo spirito militare.

Nella prima metà del I secolo a.C. fu anche abolita la cavalleria come istituzione romana, tuttavia fece ugualmente parte degli eserciti e venne largamente impiegata, traendo il personale dalla Gallia, dalla Spagna, dalla Tracia e, in particolare, dalla Numidia. Furono creati alcuni reparti di cavalleria, detti di "catafratti" (che riappariranno nel Medioevo) a somiglianza di quelli dei parti, che avevano inflitto gravi perdite alle legioni, e che li impiegavano dal I secolo a.C. Questi cavalieri erano dotati di elmo, cotta di maglia o corazza a placche fino al ginocchio, schinieri, manicotti di metallo e guanti di maglia, arco o lancia; dato il loro pesante armamento, si trovavano tuttavia in condizioni di inferiorità se appiedati; anche i loro cavalli erano protetti di armatura a maglia o a scaglie.

In questo periodo la cavalleria godette di un'innovazione introdotta dai barbari (celti) che la rese più efficiente: la sella, che sostituì il vecchio sistema della coperta e del cuscino; inoltre era comparso un tipo di cavallo più pesante. Questi due fattori combinati conferirono alla cavalleria una potenza d'urto che non aveva mai avuto prima.

La sella, con il suo arcione, per quanto non desse al cavaliere una stabilità laterale, condizione necessaria per il combattimento d'urto, gli impediva di cadere all'indietro.

Il cavallo, più robusto, non solo poteva portare un guerriero con armatura

più pesante, ma era in grado di essere corazzato esso stesso.

La legione falangitica ritornò fra il I ed il II secoli d.C.: aveva una coorte spiegata con le altre nove retrostanti su tre linee. Nel terzo secolo riebbe tutta la pesantezza della falange: le coorti, portate a 1000 uomini e disposte una avanti, otto dietro, due a due, e una nell'intervallo delle ultime due. La legione era circondata da macchine balistiche, con cavalleria coperta di ferro e armata di archi. Le armi della fanteria, anch'essa coperta di ferro, furono la lancia,la spada e lo scudo.

Sotto Valentiniano II, al principio del V secolo d.C., nulla si trovava, al di fuori del nome,che potesse ricordare l'antica legione,sia nella forma, sia nella sostanza.

Proprio in quel periodo, stranamente, venne scritto il primo saggio di arte militare che passava in rassegna tutte le istituzioni militari romane come, ad esempio, i metodi di reclutamento, di addestramento e di impiego degli uomini; la tecnica ossidionale, la logistica, ecc.[1]

Le macchine da guerra romane non migliorarono molto rispetto a quelle dell'epoca greca: catapulte, baliste, onagri. Ogni legione disponeva di una sessantina di catapulte, compresi i tipi più leggeri e quelli capaci di lanciare pietre molto pesanti.

Le macchine d'assedio, oltre a quelle succitate, erano rappresentate da arieti e torri mobili. L'ariete fu copiato da quelli greci e consistette di una carcassa di legno duro, più o meno simile ad una capanna montata su ruote e rivestita di cuoio grezzo o di lastre di metallo; essa serviva a proteggere i guerrieri addetti alla macchina. L'ariete era sistemato all'interno, sospeso a funi; aveva una testa di ferro, a volte proprio a forma di testa d'ariete; la parte di legno era fasciata di funi perché non si spaccasse. Le torri mobili servivano per sollevare gli assedianti al livello delle estremità superiori delle mura. Erano di legno con un rivestimento di cuoio o di piastre metalliche per proteggerle dal fuoco. Per spingerle sotto le mura si usavano ruote o rulli; erano divise in tanti piani di circa tre metri d'altezza, collegati fra loro per mezzo di scale a pioli ed alte più di trenta metri; alcune erano dotate di balconi e di passerelle mobili, i "corvi",per trasferire i combattenti dalle torri alle mura. I primi eserciti romani avevano scarsa pratica della tecnica d'assedio ed i loro assedi, di solito, erano lunghe operazioni d'attrito e di logoramento. Soltanto dopo le lezioni imparate da Annibale nella Seconda Guerra Punica (219-201 a.C.) la situazione migliorò. L'apice della tecnica d'assedio fu raggiunto da Cesare che ne divenne un maestro. Da questo tempo, ogni esercito romano ebbe un reparto di genieri addestrato nella costruzione di ponti e di strutture d'assedio. I genieri portavano con loro,in uno speciale treno, utensili ed equipaggiamenti necessari ai loro compiti, benché essi contassero su materiali e legname reperiti nel teatro d'operazioni.

La tattica romana per l'espugnazione di città fortificate si articolava in due fasi: l'esercito si accampava intorno all'obiettivo circondandolo con un vallo completo di palizzata e fossato e proteggendosi le spalle con un altro vallo;molto spesso veniva costruito un terrapieno che partiva all'estremo limite della portata

[1] Flavio Vegezio: "Epitome institutionum rei militari"

delle armi del nemico e fatto gradualmente avanzare, sotto copertura, verso le mura; su di esso venivano portate avanti le torri. Se la città era circondata da un fossato, questo veniva usualmente riempito di fronte al terrapieno o in ogni altro punto dove si intendeva aprire una breccia. Dalla loro base fra i due valli, i legionari andavano all'attacco tenendosi al riparo dietro camminamenti appositamente scavati o dietro tettoie mobili di legno e graticci, le "vinee" che, unite l'una all'altra, formavano una galleria. Durante l'assalto finale gli attaccanti, per proteggersi dai proiettili che piovevano dalle mura, si tenevano a contatto di gomito formando, con gli scudi alzati sopra la testa, una tettoia, la "testudo".

I due più famosi assedi romani furono quello di Alesia (52 a.C.), che fu il capolavoro di Cesare, e quello di Gerusalemme (70 d.C.) da parte di Tito, illustrati con molta cura il primo dallo stesso Cesare in alcuni capitoli del Libro VII del suo "De bello gallico" e il secondo da Flavio Giuseppe in alcuni capitoli del Libro V del suo "La guerra giudaica": ci limiteremo perciò ad evidenziare dei particolari.

Alesia era una città fortificata nella Gallia Lugdunensis, oggi Alise-Saint Reine presso Semur, nel dipartimento della Cote d'Or. La città era situata sulla sommità di un'altura (oggi monte Auxois) perfettamente isolata,formante superiormente un piano ellittico di circa 2400 metri di maggior diametro.

Il ribelle gallo Vercingetorige, dopo aver avuto l'esercito sbaragliato da Cesare in Provenza, si asserragliò in Alesia. Cesare, appena giunto, diede inizio alla grandiosa opera d'assedio rimasta famosa in tutti i tempi. Tutto attorno alla città fu costruito un fossato largo e profondo circa sei metri; ad un centinaio di metri più indietro fu eretta una cintura di controvallazione e attorno ad essa fu scavato un altro fossato largo e profondo circa quattro metri, riempito d'acqua deviata da un vicino fiume; fra i due fossati vennero posti vasti complessi di trabocchetti come i "gigli" (buche mascherate da frasche con sul fondo un palo appuntito, i "cippi" (altre buche dalle quali sporgevano acuminate lame di legno) e i "pungoli" (pioli con uncini di ferro). Cesare fece costruire più indietro un'altra cintura di circonvallazione, per la difesa contro gli attacchi degli alleati di Vercingetorige, all'esterno della quale furono disposti cavalli di frisia e triboli di ferro. In mezzo alle due cinture furono accampate le legioni. Le sortite dei guerrieri di Vercingetorige e gli attacchi degli eserciti suoi alleati dall'esterno non riuscirono a spezzare l'assedio e il comandante gallo, vista ormai la situazione insostenibile, indossò le sue armi migliori e, a cavallo, si presentò a Cesare; gettando le armi ai suoi piedi, secondo Floro, disse: "Habe: fortem virum, vir fortissime vicisti" (Eccomi: tu fortissimo, hai vinto un forte). Cesare dovette la sua vittoria, oltre che al valore dei suoi uomini e alla resistenza delle fortificazioni, al fatto di essersi mantenuto in ogni istante esattamente informato della situazione ed all'abilità con la quale manovrò le sue riserve, proiettandole tempestivamente ed opportunamente dove si manifestava il bisogno di rinforzi.

Gerusalemme non cadde per resa ma per conquista. La città era protetta da mura alte dieci metri con un andamento a salienti e rientranti per costringere gli assedianti a esporre il fianco al tiro degli assediati. Il lato settentrionale e quello occidentale erano i soli verso i quali si poteva tentare l'assalto: i profondi burroni che la attorniavano dagli altri lati non permettevano nè l'uso delle macchine nè l'accampamento dei legionari. Era composta di quattro parti, ognuna munita

di una cinta di mura: la città vecchia era costruita su di uno sperone che ad est, sud e ovest aveva pareti di rocce scoscese; a nord della città vecchia c'era il recinto del Tempio; contigua al Tempio ed alla città vecchia c'era la città di mezzo; la città nuova si spingeva a nord-ovest.

Vespasiano, con due campagne, aveva sottomesso la Palestina tranne Gerusalemme, la cui conquista affidò al figlio Tito che, nell'aprile del 70 d.C., la investì con quattro legioni facendole accampare inizialmente tre sul Monte Scopus (V, XII e XV), mentre l'altra (X),fu dislocata sul Monte degli Ulivi. Le macchine da guerra battevano la città mentre gli arieti colpivano incessantemente le mura, ma la città resistette tenacemente nonostante le lotte interne fra fazioni. Spostate in un secondo tempo le legioni a ovest e a sud-ovest, sotto le mura della città nuova, Tito la attaccò conquistandola in breve tempo; pochi giorni dopo cadde anche la città di mezzo che fu rasa al suolo. Ma la città vecchia resisteva agli assalti. Tito divise le sue forze: due legioni ebbero il compito di attaccare la città vecchia, altre due quello di attaccare il Tempio. Nel punto in cui il muro della città di mezzo si congiungeva al Tempio, Erode il Grande aveva fatto costruire una fortezza che aveva chiamato "Antonia", in onore del suo benefattore Marco Antonio.

Nonostante i ripetuti assalti i romani non riuscirono ad avanzare e gli ebrei rifiutarono di arrendersi per l'ennesima volta. Tito allora fece controvallare la città con un argine ed una palizzata e costruire terrapieni contro la fortezza; dopo di che fece avanzare gli arieti che aprirono diverse brecce nelle mura; all'interno però gli attaccanti trovarono un altro muro a ridosso di quello crollato, che non poteva essere preso d'assalto nè abbattuto dagli arieti dato lo spazio ristretto. Alcune notti dopo, un gruppo di legionari scalò le mura e sorprese nel sonno le sentinelle uccidendole mentre alcuni trombettieri romani diedero fiato alle trombe. I difensori, credendo che la fortezza fosse caduta in mano romana, abbandonarono i loro posti e si rifugiarono nel Tempio. Tito fece subito demolire la fortezza per facilitare l'occupazione del Tempio, ma gli ebrei riempirono di legno, zolfo e bitume la galleria che collegava quest'ultimo alla fortezza e diedero fuoco al tutto. Prima di cadere ed essere incendiato e raso al suolo, il Tempio resistette per altre cinque settimane. Era il decimo giorno di agosto dell'anno 70 d.C.: seicentocinquantacinque anni prima, esattamente nello stesso giorno, il Tempio era stato messo a fuoco dai babilonesi.

Oltre che nelle tecniche d'assedio, i romani furono particolarmente esperti nell'uso di fortificazioni campali per ottenere un'economia di forze locale nelle operazioni offensive. Tali fortificazioni, che potevano essere presidiate da pochi uomini, consentivano l'estensione del fronte di combattimento e servivano come base di manovra per forze mobili. Inoltre, piccole forze romane, equipaggiate con macchine da guerra leggere e rinforzate da lavori campali, potevano impegnare e indebolire forze molto superiori che venivano poi colpite da contrattacchi o accerchiate da altre forze tenute in riserva per questo scopo.

Per meglio difendere l'impero, i romani fecero spesso ricorso alle linee di fortificazioni, i cui resti sopravvivono ancora oggi. Una di queste era il "limes germanicus", una serie di palizzate che si estendeva dal Reno al Danubio (all'incirca da Bonn a Regensburg) nel tratto in cui il passaggio attraverso questi due fiumi era più facile.

La sua costruzione viene attribuita all'imperatore Adriano. Questi fece costruire anche il vallo che portò il suo nome e che approssimativamente divise l'Inghilterra dalla Scozia. Il Vallo Adriano si estendeva per oltre centodieci chilometri, dalla foce del Tyne, sul Mare del Nord, al Solway Firth, sul Mare d'Irlanda: era costituito da un muro alto circa cinque metri e da un fossato antistante, e difeso da 80 fortini disposti ad un miglio di distanza l'uno dall'altro, e da circa 160 torrette. Più a nord, sull'istmo tra il Firth of Forth ed il Clyde, all'altezza di Glasgow, il successore di Adriano, Antonino Pio, fece erigere un altro vallo, su una più labile fortificazione campale del console Agricola. Il Vallo di Antonino, lungo cinquantotto chilometri, era costituito da un fossato e da un bastione, sul quale passava una strada che metteva in comunicazione diciannove forti (castella). Bastione e forti erano costruiti in parte con zolle, in parte con pietre, in parte con argilla;alcuni forti erano di legno e dotati di baluardi e rivellini particolarmente robusti, nonché di bocche da lupo con sul fondo pali appuntiti.

In altre regioni dell'impero, la frontiera era costituita da una strada che correva lungo il confine e veniva pattugliata dalle guarnigioni dei forti eretti lungo di essa; anche sulle strade che si dirigevano verso la frontiera sorgevano forti guarniti da coorti e unità di ausiliari.

Uno dei maggiori monumenti della civiltà romana è rappresentato dall'ingegneria militare delle strade e dei ponti. Le strade, ancora oggi, sono la testimonianza di un progresso tecnologico che non ha paragone nelle civiltà antiche: se ne trova una vasta rete in tutta l'Europa; in molti paesi ci ci serve attualmente della strada antica originale oppure si è utilizzato il suo tracciato per costruire una nuova via. Gli ingegneri militari superarono tutti gli ostacoli: se ne trovano ancora attraverso le paludi, in gallerie sotto le montagne, e sopra le montagne. Cesare non riuscì ad aprire il Gran San Bernardo, ma ci riuscì suo nipote Augusto. Strabone, geografo antico, ne parla come "una scorciatoia scoscesa dove nessun veicolo a ruote poteva passare". La tecnica della costruzione delle strade ci è descritta da Stazio, quando narra della via Domiziana: si scavava un grande fossato fra due solchi che lo delimitavano; poi, dal basso verso l'alto, si metteva una massicciata di grandi pietre, profonda dai 20 ai 50 cm., su questa uno strato di pietre più piccole dai 25 ai 30 cm. di spessore; su questo si distendeva il "nucleus", fatto di sabbia, pietrisco e ghiaia, sul quale si poggiava il lastricato. La larghezza delle strade variò fra i 5 e gli 8 metri in media ma talvolta, come sulla via Appia, arrivò a 10 metri ed oltre. Per tracciare gli allineamenti delle strade i romani avevano un corredo di strumenti topografici: la "diotra", per misurare gli angoli, la "groma", uno squadro agrimensorio, la "libra aquaria" e il "corobate", livelli costruiti su di una squadra a triangolo rettangolo con un filo a piombo appeso al vertice dell'angolo retto: il valore dell'inclinazione lo si otteneva esaminando la posizione del filo a piombo sull'ipotenusa che portava un'apposita graduazione. I romani furono anche gli inventori delle pietre miliari: ne ponevano una ogni mille passi (mt.1480); le distanze venivano calcolate in alcuni casi dalla cinta di mura della città, in altri dal "miliarum aureum", una pietra miliare che si trovava nel Foro e che faceva da punto d'origine. Non bisogna dimenticare che le strade romane, costruite come elementi di dominio militare e politico, furono importantissime anche come vie di commercio in tutto l'impero. I romani, oltre ad avere uno stuolo di messaggeri che percorreva in continuazio-

ne, a piedi o a cavallo, il territorio dell'impero, consegnando e ritirando messaggi che tenevano vivi i contatti fra la capitale, le guarnigioni e le legioni in campagna, avevano impiantato, lungo le loro strade militari, una vera rete di telegrafia visiva mediante un ingegnoso sistema ottico: facendo scorrere una torcia, più o meno rapidamente, attraverso le feritoie di una torre, formavano una specie di alfabeto a punti e linee, simile all'attuale alfabeto Morse.

Quando Roma ebbe bisogno di una mappa che indicasse con chiarezza la vastissima rete di comunicazioni stradali dell'impero, un monaco francese di Colmar realizzò una raffigurazione del mondo allora conosciuto "stirata" in senso orizzontale in una pergamena lunga sette metri e alta soltanto trenta centimetri. Tutte le vie di grande comunicazione, dall'Inghilterra alla Valle dell'Indo, erano presentate in rosso, mentre le stazioni per il cambio dei cavalli e gli uffici postali erano indicati tramite simboli. La pergamena veniva ripiegata a fisarmonica su sè stessa venti o trenta volte ed era pienamente rispondente alla sua funzione di guida maneggevole e di facile consultazione. Questa carta geografica è universalmente nota come "Tabula Peutingeriana", dal nome dell'umanista viennese Conrad Peutinger, che la scoprì nel 1507. E' una copia dell'originale – risalente, con tutta probabilità, al III secolo d.C. e andato perduto – conservata nella Biblioteca Nazionale di Vienna.

I romani furono i più validi costruttori di ponti dell'antichità. I grandi ponti stabili, in muratura e mattoni, sulle loro grandi strade militari, durarono per secoli ed alcuni esistono ancora. Costruirono ponti fin dalla nascita della loro città: non bisogna dimenticare che Roma fu fondata nell'unico punto in cui era possibile unire, con un ponte, le due sponde del basso Tevere e da qui dominare tutto il traffico tra l'Etruria e l'Italia Meridionale. Il sommo sacerdote del collegio preposto al culto, assunse il titolo di "pontifex maximus", che significava capo costruttore di ponti. I romani costruirono diversi tipi di ponti: da quelli galleggianti (su barche) a quelli di legno a travata e a trespolo, ad arco, in pietra. I più famosi rimasero il ponte di Traiano sul Danubio, in Ungheria, (104 d.C.) – scolpito sulla colonna Traiana – consistente in una serie di archi semicircolari in legno poggianti su 20 pile di pietre alte 45 metri con campate di 51 metri di luce; e il ponte di Alcantara, in Spagna – sempre dell'epoca di Traiano – che fu costruito nello stesso modo di quello sul Danubio, ma con la sovrastruttura in pietra e che è usato tutt'oggi. Durante le campagne, se il corso d'acqua era stretto, i "pontifices" usavano tronchi d'albero sopra i quali ponevano graticci o fascine, altrimenti il ponte veniva posato su pile di gabbioni riempiti di pietre e quando doveva rimanere per un certo tempo veniva fortificato con castelli "ad caput pontis" ossia teste di ponte.

Cesare, nel "De bello gallico "(Libro IV,cap.XVII), descrive il ponte che fece costruire sul Reno, in soli dieci giorni e con mezzi limitati, che superava una luce di 300 metri.

Agli inizi del 55 a.C., finita la guerra contro i germani che avevano tentato di invadere la Gallia, decise di impartire una dura lezione a quelle popolazioni sul loro stesso territorio. "Cesare, per i motivi sopra ricordati, aveva deciso di passare il Reno, ma pensava che il passaggio sulle barche non era abbastanza sicuro e neppure lo riteneva dignitoso per sè e per il popolo romano. Pertanto, sebbene gli si affacciassero difficoltà quasi insuperabili per la costruzione di un

ponte, data la larghezza, la rapidità e la profondità della corrente, tuttavia, pensava che doveva costruirlo ad ogni costo o se no rinunciare al passaggio. Il disegno del ponte fu questo. Due travi per parte, dello spessore di un piede e mezzo, un poco appuntite all'estremità inferiore, misurate in proporzione alla profondità del fiume, venivano accoppiate fra loro alla distanza di due piedi l'una dall'altra. Queste travi, per mezzo di macchine, venivano immerse nel fiume, poi confitte e assicurate a colpi di battipali; ma non perpendicolari come i soliti sostegni, bensì inclinate con una pendenza simile a quella del tetto di una casa, in modo che piegavano secondo il senso della corrente. Di fronte a queste palafitte, ne venivano collocate altre due, medesimamente assicurate fra di loro, alla distanza di quaranta piedi più a valle, ma con la pendenza rivolta contro la pressione e l'urto della corrente. Queste due coppie, dopo che vi si era fatta passare sopra una trave larga due piedi (quanto cioè eran distanti l'una dall'altra), venivano tenute a rispettiva distanza a cominciare dal disopra, per mezzo di due chiavi di legno per parte. E poiché eran forzate e tenute ferme in senso opposto, tanta era la solidità del lavoro e tale la sua natura, che quanto più la corrente infuriava, tanto più i travicelli di sostegno si stringevano. Queste pile erano poi collegate con traverse poste per il lungo, ricoperte di travicelli e fascine. Inoltre, dalla parte a valle, erano piantati sostegni in obliquo i quali, protesi a modo arieti e collegati con l'intera opera, dovevano sostenere l'impeto della corrente, mentre a monte, a breve distanza dalle pile, erano piantati altri sostegni talché, se i barbari avessero mandato giù tronchi o barche per rovinare il ponte,queste opere di difesa ne avrebbero attutito il colpo ed il ponte sarebbe stato salvato."

Grazie a questa impresa, prima ancora che i germani potessero in qualche modo organizzarsi per fronteggiare l'avanzata, le legioni romane, lasciato un forte presidio alle due estremità del ponte, penetrarono in Germania dove, devastata la regione dei sigambri, raggiunsero il territorio degli ubii,popolazione alleata. Quindi, informato che gli svevi stavano raccogliendo le forze per affrontarlo in campo aperto e ritenendo di avere già conseguito gli scopi essenzialmente dimostrativi della spedizione, Cesare, dopo diciotto giorni, fece ritorno in Gallia, non senza prima aver distrutto il ponte alle proprie spalle.[2]

Un'altra branca dell'arte militare particolarmente e costantemente curata dai romani fu la logistica che ebbe sempre effetti determinanti sulla strategia.I viveri per uomini e animali, gli accampamenti e accantonamenti, il vestiario, le cucine – e la legna per cucinare – gli utensili, le macchine, erano indispensabili per i loro grandi eserciti che operavano quasi sempre lontani dalle loro basi di partenza. Eccetto i luoghi dove furono possibili i trasporti per via d'acqua, i mezzi con i quali un esercito operante poté trasportare i suoi rifornimenti e bagagli furono essenzialmente limitati alle spalle degli uomini, ai dorsi degli animali da soma ed ai carri ruotati di tutti i tipi.Un legionario, durante una campagna, portava con sè un carico di più di venti chili:oltre alle armi, aveva in dotazione una sega, la dolabra, un falcetto, un cesto, un secchio, una catena, una cinghia e viveri per almeno tre giorni, che comprendevano:galletta di farina integrale, pan-

2 E. Cecchini: op. cit. pp. 98-99

cetta, formaggio e vino. Tutto questo veniva portato su di un bastone appoggiato sulla spalla.

Per quanto riguarda i viveri, la relazione fra la capacità di trasporto ed il consumo fu sempre tale da impedire ad un esercito di trasportare con sè provviste per lungo tempo. Per questo fu sempre dipendente dal terreno che attraversava:spesso i mezzi impiegati comprendevano le requisizioni ed i saccheggi.Qualunque fossero i mezzi, l'efficienza con la quale una determinata zona di territorio venne sfruttata, fu sempre una questione di previsione e organizzazione dei "logisti" romani.

Dietro ogni legione marciava il rispettivo bagaglio ("impedimenta") someggiato o carreggiato, protetto alle spalle da una retroguardia; costituivano le impedimenta le tende di pelle, le macine, il materiale da campo, armi, viveri e vestiario di riserva, il bagaglio degli ufficiali, le macchine belliche, attrezzi e materiali dei genieri e l'eventuale bottino.

Sul finire del giorno di marcia l'esercito si accampava. I legionari romani erano addestrati a formare l'accampamento e a fortificarlo in non più di cinque ore, anche se avevano marciato tutto il giorno. Il console mandava avanti un distaccamento di "exploratores" con un augure, un tribuno e due centurioni a cercare un posto adatto che doveva essere situato preferibilmente su di un terreno rialzato e non offrire coperture al nemico: possibilmente, nei pressi, doveva esserci un corso d'acqua. Nel punto migliore un tribuno piantava una bandiera bianca per segnare il posto della tenda del console, il "praetorium".

I legionari, protetti dai veliti, dalla cavalleria e da metà della fanteria, schierati verso la direzione della probabile provenienza del nemico scavavano una trincea profonda tre metri e larga quattro e formavano un quadrato la cui ampiezza variava a seconda della grandezza dell'esercito; la terra della trincea veniva ammassata e formava un argine interno dell'altezza di circa un metro e mezzo. Nelle opere di difesa venivano praticate quattro porte, difese da speciali opere: dalla parte del "praetorium", difeso da reparti di ausiliari, si trovava la "porta praetoria" e dalla parte opposta la "porta decumana", collegata alla prima dalla "via praetoria"; ai lati si trovavano la "porta principalis dextera" e la "porta principalis sinistra", collegate fra loro dalla "via principalis"; verso la porta decumana e parallela alla principalis veniva tracciata la "via quintana". A una distanza di circa settanta metri, interna all'argine in modo che non potessero essere raggiunte dai tiri nemici venivano innalzate le tende, organizzate per manipoli e coorti.

Se il campo doveva assumere carattere stabile, l'argine veniva innalzato e sormontato da una palizzata, disponendovi macchine da getto e torri di legno o muratura. Le tende venivano sostituite con costruzioni in legno o muratura. Alcune città moderne, come per esempio Torino, il cui centro storico era un accampamento romano, poi diventato colonia (Julia Augusta Taurinorum), hanno una pianta quadrata con vie intersecantesi ad angolo retto, derivata dallo schema dei "castra"; questa vale anche per molte città d'Europa, che mantengono pianta e nome, come ad esempio Regensburg (Castra Regina), Passau (Castra Batava), Digione (Castra Divionense), Caceres (Castra Cecilia); molte città dell'Inghilterra ne derivano il nome: Winchester, Dorchester, Colchester, ecc.

Tecnologia ed arte militare navale.

I romani, popolo esclusivamente terrestre, nei loro primi secoli di storia, non si preoccuparono di costruirsi una marina, nè mercantile nè tanto meno militare. Soltanto dopo aver conquistato la penisola italica, sentirono l'esigenza di estendere il loro dominio al di là del mare e nel 310 a. C. costruirono una marina da guerra sul modello delle triremi greche, che rimase modesta formata com'era da una ventina di navi di concezioni già superate. Quando si trovò di fronte la sua rivale Cartagine, Roma fu costretta ad adeguarsi e diede inizio ad un vasto programma di costruzioni navali basandosi su di un relitto cartaginese, ed allo scoppio della Prima Guerra Punica (264 a. C.), la flotta era composta da un centinaio di navi, quasi esclusivamente quinquiremi.

Consci comunque della superiorità dell'arte militare navale cartaginese, i romani adottarono una tattica nettamente diversa, trasformando la battaglia navale in uno scontro che assomigliasse il più possibile ad uno terrestre. Per questo motivo dotarono tutte le loro navi di una larga passerella di abbordaggio, munita di un grosso uncino di ferro simile ad un becco di corvo – da qui il nome "corvo" – che veniva abbattuta sulla coperta della nave nemica e che permetteva ai legionari imbarcati di passare su di questa e combattere come se fossero a terra. Con questa tattica, nel 260 a. C., l'ammiraglio romano Caio Duilio inflisse ai cartaginesi una cocente sconfitta.

Il "corvo", tuttavia, rendeva le navi instabili e quindi la tenuta del mare era precaria: una tempesta fece infatti affondare 270 navi al largo della costa siciliana.

In tre mesi la flotta fu ricostruita con 200 nuove navi, il "corvo" scomparve ed il console C. Lutazio Catulo sconfisse, presso le isole Egadi (241 a. C.) la flotta cartaginese incaricata di rifornire il corpo di spedizione di Amilcare in Sicilia. Da allora Roma conquistò il dominio del mare. Quando Annibale, nella primavera del 218 a. C. , lasciò Cartagena e intraprese la sua marcia verso Roma attraverso i Pirenei e le Alpi, scelse questa via anche perché la via più breve, quella del mare, era in saldo possesso dei romani.

La quinquireme romana, con un equipaggio di 300 marinai e 120 legionari (in effetti"fanti di marina"), con il passar del tempo, subì diverse migliorie: pur essendo dotata di albero a vela quadra (l'uno e l'altra abbassati in combattimento), ebbe come principale forza motrice i remi; i fori da cui questi uscivano erano dotati di manicotti, probabilmente di cuoio, per evitare l'entrata dell'acqua; per imprimere al remo una maggior potenza, fu ideata la "scalmiera", che sporse dalla murata al livello della fila più alta di remi; il fasciame dello scafo era accostato ed unito per mezzo di mortase e caviglie e rivestito di piombo. Per quanto riguarda l'aspetto puramente militare, le navi, oltre allo sperone ed al corvo (quest'ultimo sistemato in modo da non pregiudicare la stabilità del bastimento), furono dotate di catapulte, macchine d'assedio e di torri (montate prima della battaglia) per sollevare gli arcieri ed i lanciatori di giavellotto al disopra del livello della nave avversaria.

Prendendo a modello le navi dei liburni – abitanti fra l'Istria e la Dalmazia – allungandole ed assottigliandole, i romani costruirono le "liburne", quasi esclusivamente biremi, più agili e veloci delle altre poliremi, che ebbero una notevole diffusione nella marina da guerra. La flotta militare romana comprendeva an-

che le navi "onerarie" che accompagnavano quelle da guerra nelle spedizioni oltremare e trasportavano equipaggiamenti, materiali e viveri. Erano navi tondeggianti, con lo scafo che si allargava verso poppa; il governo era assicurato da due lunghi remi ai lati della poppa e la spinta era fornita da vele: l'albero principale portava una grande vela quadra, l'"acatus", sostenuta da un robusto pennone("antenna"); un albero inclinato prodiero reggeva una vela di prora, molto utile per la manovra. Nelle navi più grandi si aveva, al di sopra dell'"acatus", un secondo e un terzo ordine di vele, di solito a forma triangolare, sempre per facilitare la manovra.

La navigazione d'alto mare, sia per le quinquiremi dotate di vela, sia per le onerarie, fu sempre un problema. Desiderando procedere da un punto all'altro, una flotta doveva attendere un vento favorevole oppure fare un'ampia deviazione; una flotta fu sempre soggetta ad imprevedibili eventi e non poté mai essere certa di apparire nel posto e nel momento giusti poiché era impossibile calcolare in precedenza il tempo necessario per coprire una certa distanza. Le carte nautiche erano del tutto inadeguate e consistevano in un elenco di punti di riferimento lungo la costa; per questa ragione la maggioranza dei viaggi avveniva seguendo le coste o passando da un'isola all'altra. Quando la terra era fuori dalla visuale, la navigazione era dipendente dalla rosa dei venti, da mezzi astronomici e dal calcolo delle distanze secondo la velocità: ma l'osservazione delle stelle dipendeva dal tempo atmosferico ed il calcolo della velocità veniva effettuato con metodi poco accurati e inaffidabili. Un altro problema era l'assenza di telecomunicazioni fra nave e nave e fra nave e terra: i messaggi dovevano essere trasmessi con diversi mezzi visivi come bandiere, movimenti di vele, specchi, torce, ed erano limitati ad uno scarno codice prestabilito; inoltre, date le varie condizioni meteorologiche che si incontravano in mare, nessuno di questi mezzi era veramente affidabile e, ovviamente, i contatti erano limitati a distanze brevi. In caso di operazioni a lunga distanza, venivano impiegate navi staffetta ma, considerata l'impossibilità di determinare l'esatta posizione della flotta, anche queste erano scarsamente attendibili. Per questa mancanza di comunicazioni, e poiché i problemi di determinare la posizione di amici e nemici erano ancora maggiori, il coordinamento, di norma, dipendeva dalla concentrazione, ma anche così esisteva sempre la possibilità che un'improvvisa tempesta disperdesse la flotta e causasse la perdita di contatto fra le singole navi.

Nonostante le difficoltà, la marina dell'impero fu sempre la padrona del Mediterraneo ripulendolo dai pirati e proteggendo i traffici commerciali le cui navi raggiungevano l'Oriente passando attraverso un braccio del Nilo che arrivava verso il Cairo e da qui, per mezzo di un canale artificiale ampliato e migliorato da Traiano – che prese il nome di "Amnis Traianus"- arrivavano nel Mar Rosso.

Durante il periodo romano si ebbero le prime notizie sulle navi dei popoli del Mare del Nord e dell'Atlantico, ed in particolare dei "veneti", esperti marinai abitanti nella zona che oggi è la Bretagna, nell'estuario della Loira. Queste navi, molto più grosse e robuste delle lunghe navi mediterranee, diedero del filo da torcere a queste ultime quando le affrontarono. Cesare descrisse, con diversi particolari, le caratteristiche delle navi dei veneti e le loro capacità marinaresche: "Le chiglie erano alquanto più piatte delle nostre per poter più agevolmente vincere i bassifondi e la bassa marea; molto alte le prore e così pure le

poppe, corrispondenti alla misura dei flutti e delle tempeste. Le navi erano costruite per intiero di rovere così da reggere ad ogni urto e ad ogni percossa. Le travi che reggevano la coperta avevano un piede di spessore ed erano inchiavardate con caviglie di ferro grosse un pollice.

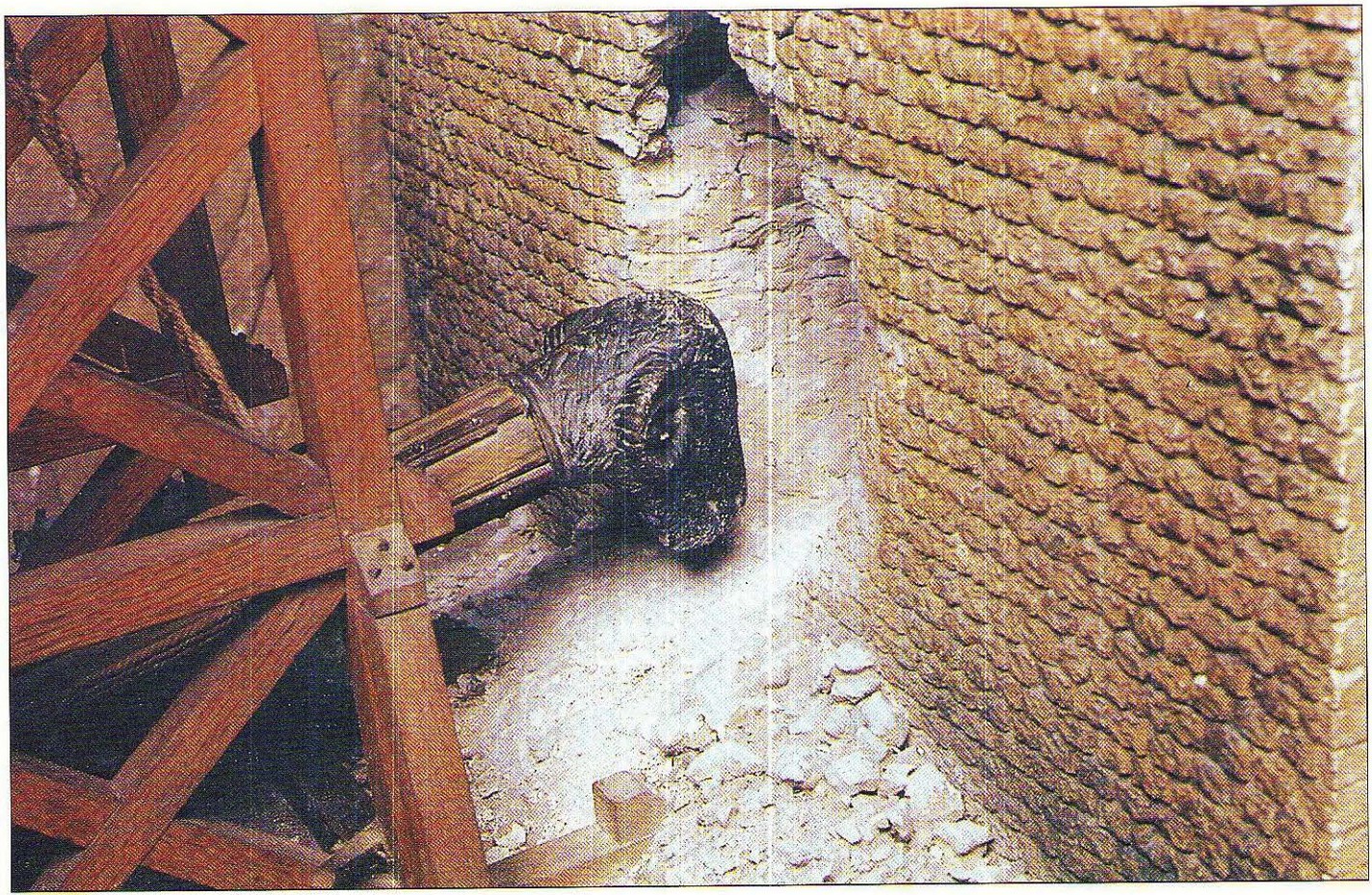
Le ancore, anziché per mezzo di funi, venivano assicurate con catene di ferro. Invece di vele, pelli e sovatti conciati sottili, sia per mancanza di lino e ignoranza di farne uso, sia perché, come è più verosimile, ritenevano che semplici vele non sempre potevano resistere alle tremende tempeste dell'Oceano e a venti impetuosi e dirigere navi tanto pesanti. Quando la nostra flotta si incontrava con queste navi, essa aveva il solo vantaggio dell'agilità data dal maneggio dei remi; ma in tutto il resto, data la natura dei luoghi e la violenza delle tempeste, le loro navi erano più adatte e meglio costruite. Infatti le nostre navi non potevano speronarle tanto quelle erano robuste; ed era difficile offenderle coi dardi tanto erano alte, e per la medesima ragione non era agevole trattenerle con gli arpioni. S'aggiunga che, quando il vento cominciava ad infuriare ed esse ne restavano in balìa, sopportavano più facilmente la tempesta; e davano con minor pericolo nei bassifondi e, lasciate in secco dalla marea, non temevano gli scogli e le rocce, mentre alle nostre navi tutti quegli incidenti eran tremendi... Cesare, quando si avvide che neppure con la presa della città poteva impedir la fuga dei nemici nè far loro danno, stabilì di aspettare la flotta. E come questa arrivò i nemici, non appena la videro, uscirono dal porto con circa duecento navi preparatissime e gremite di ogni sorta di attrezzi e si schierarono di fronte alle nostre. Ma neppure Bruto, che capitanava la flotta, e neppure i tribuni e i centurioni comandanti delle singole navi, sapevan bene che cosa fare e che tattica seguire. Sapevano di non poter speronare: innalzarono le torri, ma queste erano soverchiate dalle alte poppe delle navi dei barbari; dal basso non si potevano lanciare utilmente i dardi, mentre quelli scagliati dai galli cadevano ben più pericolosi.

Un solo ordigno v'era assai utile, preparato dai nostri: falci affilatissime, saldamente assicurate a pertiche, sul tipo delle falci murali. Quando quelle falci afferravano le funi che legavano le antenne degli alberi, le tendevano e, fatta forza di remi, le recidevano. Tagliate le funi, per forza le antenne cadevano giù; e poiché tutte le navi dei galli fidavano unicamente nelle vele e nell'attrezzatura, tolta questa si toglieva insieme ogni manovra. Ormai la lotta dipendeva soltanto dal valore nel quale i nostri erano facilmente superiori. . . Abbattute, come dicemmo, le antenne, ogni nave nemica si trovò circondata da due o tre delle nostre ed i soldati salirono con impeto grande all'arrembaggio.

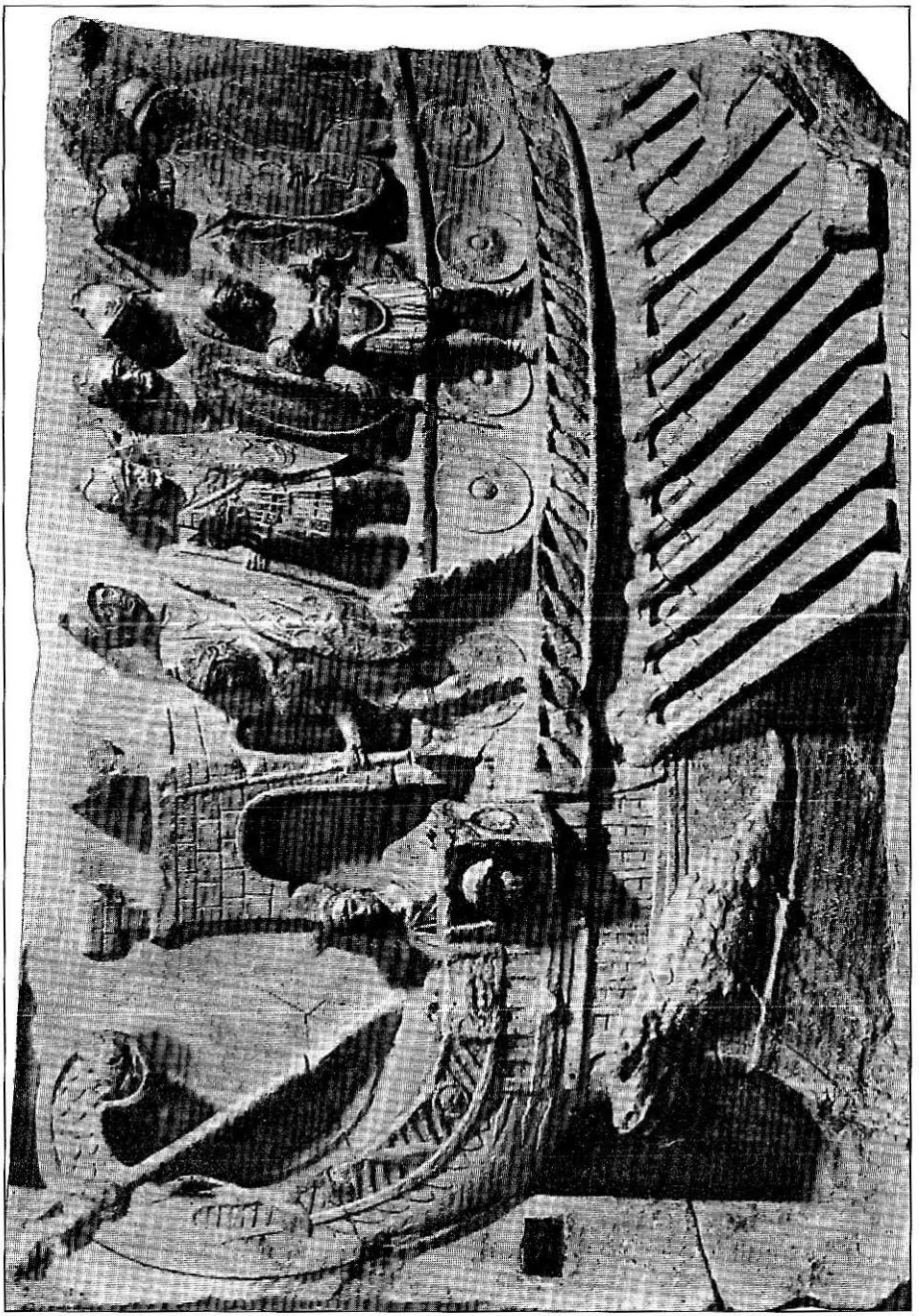
Come i barbari se ne accorsero e videro perdute numerose navi, non trovando a ciò rimedio, si affrettarono a salvarsi fuggendo. Ma quando le navi si furono volte in direzione del vento, cadde all'improvviso una tale bonaccia che restarono ferme. Il che potentemente concorse a risolvere la situazione poiché i nostri ad una ad una le inseguirono e le espugnarono, talché soltanto pochissime in tutto, col favor della notte, giunsero a terra dopo una battaglia durata dalle dieci del mattino fino al tramonto del sole." [3]

---

[3] G. Cesare: "De bello gallico" Libro III, – XIV, XV



Ariete sospeso



Bireme da guerra romana

Capitolo IV

I BARBARI, GLI ARABI, I BIZANTINI

Tecnologia ed arte militare terrestre.

Quando la civiltà romana, forza motrice che concedeva all'individuo il completo sviluppo della sua attività, venne a mancare, il progresso si arrestò e le invasioni dei barbari completarono la distruzione di ciò che era rimasto di quanto questa civiltà aveva creato. Non esiste uno spartiacque che segna la fine di un'era. L'influenza, la penetrazione dei barbari nel mondo romano ed il disgregarsi progressivo di questo mondo sono fenomeni che coprono l'arco di vari secoli, come per diversi secoli non vi furono significative modifiche tecnologiche e,se modifiche vi furono,queste si dimostrarono negative poiché il declino dell'impero romano fu accompagnato dal parallelo declino dell'arte e della tecnologia militari.

L'unico cambiamento determinante avvenne nel modo di condurre la guerra. Dal terzo al quinto secolo d.C. la *fanteria*, pesantemete armata,perse gradualmente la sua importanza e cedette il passo alla *cavalleria* che divenne l'arma principale.Durante l'epoca imperiale i romani si erano serviti, in misura sempre maggiore, di cavalli e cavalieri reclutati nelle estreme provincie dell'impero; molti degli imperatori avevano avuto anche una guardia del corpo germanica. Roma necessitava di maggiori mobilità,velocità e manovrabilità quando le legioni operavano nelle grandi pianure dell'Europa centrale e orientale.Inoltre, la pressione dei popoli barbari, specialmente dei loro cavalieri,sui confini dell'impero, indusse i romani ad aumentare la proporzione della cavalleria a scapito della pesante legione. Mentre all'epoca repubblicana vi era un solo cavaliare ogni dieci legionari,.nell'esercito di Costantino vi erano 52.000 cavalieri e 143.000 fanti, in misura superiore di uno a tre.

Il grande impulso all'impiego della cavalleria, particolarmente per l'azione d'urto, provenne dall'Asia.Da questa regione provenne anche un'invenzione tecnologica di grande importanza: la *staffa.* Non sono certi il periodo ed il luogo di quando questa apparve, ma sembra che i cavalieri indù la usassero nel primo secolo a.C. Prima di allora, l'assetto era assicurato dalla parte interna delle cosce e delle ginocchia, queste ultime ben strette contro la sella; la staffa fornì un supporto su cui appoggiare i piedi e sostenere la gamba dal ginocchio in giù. L'uso di essa diede all'uomo a cavallo una solida base dalla quale una pesante lancia imbracciata poteva applicare la forza risultante dalla velocità del cavallo moltiplicata dal peso del cavaliere e del cavallo.

Negli ultimi secoli del primo millennio venne anche modificata la bardatura del cavallo da tiro: il pettorale ed il collare – la pressione di quest'ultimo quasi soffocava l'animale quando era sottosforzo – furono sostituiti da *pettorale* e *sottopancia* che favorivano i movimenti e che permettevano di tirare pesi quattro

o cinque volte superiori; inoltre, per mantenere gli zoccoli in buone condizioni e proteggerli, incominciarono ad essere usati i ferri da cavallo. Tutto questo rese il cavallo una valida alternativa al bue, specialmente nelle colonne di rifornimenti dell'esercito.

Le armi della cavalleria furono la spada a doppio taglio, la lancia e l'arco.

La fanteria si ridusse ad arma secondaria. Grandi masse di fanti, armati di spada, lancia ed arco, fornirono la base di manovra per la cavalleria. La fanteria leggera, armata di arco e giavellotto, provocando disordine nelle masse nemiche, preparava il terreno alla carica della cavalleria; tuttavia, data la generale indisciplina, il coordinamento fra le due armi fu sempre difficile. Non esistette una particolare tattica di combattimento e la condotta della guerra ritornò ai tempi antecedenti l'organizzazione della falange.

L'unica eccezione del predominio della cavalleria si ebbe nei Franchi che, nel quinto e sesto secolo d. C., combatterono quasi interamente a piedi. Le armi dei Franchi erano la francisca e l'angone: la "francisca" era una scure da getto con un'affilata e pesante lama che si assottigliava verso il manico in angoli ottusi che la rendevano più idonea al lancio e permetteva una minore distorsione del manico quando essa raggiungeva il bersaglio, fornendole una forza tale da sfondare elmi e corazze; l'"angone"era un giavellotto lungo circa un metro, la punta del quale si componeva di tre lame: una nel mezzo, diritta a punta, tagliente da due parti, le altre due, ai lati ed alla base della prima, curve in forma di mezzaluna, il tutto infisso su di un'asta di legno; l'angone fu poi convertito in scettro e divenne l'arma di Francia sotto il nome di fiordaliso. Prima di giungere a diretto contatto con il nemico, i Franchi lanciavano la francisca o l'angone, creando confusione fra gli avversari, poi si lanciavano all'attacco con le spade; in caso di cariche di cavalleria, essi attendevano l'urto nelle loro dense masse, poi si affollavano attorno e sotto i cavalieri bloccati e abbattevano sia la cavalcatura sia il cavaliere. Durante il regno di Carlo Magno, tuttavia, anche nei Franchi riapparve la cavalleria, costituita dai vassalli del re.

Fra i popoli barbari le armi difensive divennero gradualmente sempre più comuni ed efficaci. L'antico elmo crestato fu sostituito da un elmetto conico di ferro al quale fu unito un paranaso. Le maglie di ferro furono la base della corazzatura e furono allungate in modo che i loro lembi potessero coprire le ginocchia. Gli scudi, oltre alla forma tonda e rettangolare, assunsero quella di drago o aquilone.

Gli eserciti barbari mancarono di un'organizzazione logistica e si mantennero in vita mediante saccheggi e rapine: in territori amici provocavano la resistenza degli abitanti e creavano agitazioni interne; in territori ostili, la dispersione delle forze per missioni di saccheggio spesso portava al disastro causato da un nemico vigile e concentrato. La scarsezza dei rifornimenti causava quasi sempre la dissoluzione degli eserciti dopo poche settimane di campagna.

Carlo Magno fu il primo re a dotare il suo esercito di un sistema militare organico, disciplinato ed efficiente, ancora rozzo ma ben lontano dall'anarchia che aveva prevalso in Europa per quattro secoli e che ritornò dopo la sua morte. Carlo Magno creò pure un'organizzazione logistica che comprendeva colonne di rifornimenti con viveri ed equipaggiamenti sufficienti per mantenere le sue truppe per parecchie settimane; tali colonne venivano continuamente ricostitui-

te su base metodica ed ordinata. Ciò gli consentì di condurre la guerra a migliaia di chilometri dal cuore della Francia e di mantenere gli eserciti in campagne o in assedi durante l'inverno, cosa che non accadeva dal tempo dei romani.

I primi anni del Medioevo costituirono un periodo di oscurantismo anche nell'arte della *fortificazione* benché molte città avessero mantenuto le loro vecchie mura romane più o meno intatte; le rozze fortificazioni si limitarono a rudimentali palizzate o semplici fossati. L'arte della fortificazione riapparve soltanto con Carlo Magno, con l'uso di posti o villaggi fortificati di frontiera. Questi venivano costruiti lungo i confini di ogni provincia conquistata e venivano collegati fra di loro con una strada; un'altra strada collegava ogni punto fortificato con la vecchia frontiera. Dotati di magazzini di rifornimento, questi forti diventavano le basi per le spedizioni della cavalleria franca, sia per mantenere l'ordine nei territori occupati, sia per proiettare la potenza franca in ulteriori operazioni all'esterno dei confini.

Da questi sviluppi emerse la società feudale, basata sul cavaliere ed il castello fortificato. Il *castello fortificato*, nato all'incirca nel IX secolo, sorgeva di solito su di un luogo elevato per sfruttare la difesa naturalmente offerta dal terreno; consisteva di una rocca centrale dove la guarnigione, il feudatario, i suoi servi e le loro famiglie si potevano ritirare in caso estremo e difendersi; di un terreno più o meno grande sul quale sorgevano edifici residenziali e in cui si schieravano gli armati a difesa, cintato da mura spesso turrite e recintato da un fossato quando il castello non sorgeva su di un dirupo o su di una roccia a picco; sulla sommità delle torri e delle cortine (tratti di muro fra le due torri), correva un parapetto ed internamente a questo un cammino di ronda. Le mura,di grande spessore, erano in pietra con aperture piccole; l'accesso era rappresentato da un solo robusto portone chiodato e da un ponte levatoio se il castello era circondato da un fossato.

Fra le popolazioni guerriere nordeuropee si distinsero i *Normanni* (da Northmanni: uomini del nord) che si erano dati il nome di "Vichinghi"(guerrieri del mare). Provenienti dalla Scandinavia a causa dell'aggravamento delle condizioni climatiche e della pressione demografica, si lanciarono, alla fine dell'VIII secolo, in incursioni sulle coste e lungo i fiumi d'Europa. La loro superiorità militare fu dovuta essenzialmente alla loro tecnica marittima (vedi più avanti), ma si dimostrarono validi combattenti anche sulla terra. All'inizio le loro imprese si limitarono a scorrerie di bande formate da 100-200 uomini sulle coste nordeuropee, ma in seguito i loro gruppi divennero sempre più numerosi fino a costituire grossi eserciti in grado di misurarsi con le grandi masse armate europee e conquistare vasti territori. Il loro primo insediamento fisso fu nella regione della Bassa Senna, conquistata con la vittoria sul re carolingio Carlo il Semplice, e che prese il nome di Normandia; la loro espansione creò poi nuovi stati in Inghilterra, Sicilia, Italia Meridionale e Russia.

La tecnica di fabbricazione delle loro armi fu particolare e molto accurata. Benché usassero lance ed archi, le loro armi preferite furono la spada e la scure. La spada era costituita da una lunga e larga lama a doppio taglio con un'impugnatura comprendente una guardia piatta a forma di croce ed un'elsa superiore sormontata da un pomo. Le lame erano saldate insieme da strisce e verghe di acciaio e ferro, ritorte a fascio e ribattute a più strati che, oltre ad irrobustire

la lama ottenuta, permettevano di avere una superficie ingegnosamente decorativa una volta che fosse stata lucidata, leggermente bulinata e rilucidata, dato che l'acciaio ed il ferro reagivano in modo diverso al trattamento. La scure era formata da una lunga impugnatura e da una larga lama con il filo particolarmente temprato e saldato entro di essa e protetto da una custodia lignea legata con lacci di cuoio; veniva usata a due mani e con un solo colpo poteva sfondare elmi e scudi. Le loro armi difensive erano lo scudo tondo e piatto e – quando potevano – una maglia di ferro e un elmo di ferro o cuoio o una combinazione di ambedue, in cui l'intelaiatura in ferro reggeva pannelli di cuoio.

Oltre ad essere abili marinai furono formidabili soldati, preferibilmente combattenti a piedi; ma per le loro scorrerie rubarono i cavalli trovati nei punti di sbarco e si trasformarono in fanteria montata, godendo così della mobilità strategica della cavalleria ma con i vantaggi e svantaggi della fanteria pesante in combattimento.

Fino a quando si limitarono ad incursioni e razzie, i normanni-vichinghi non ebbero obiettivi strategici e adottarono una tattica offensiva-difensiva: di solito avevano la meglio quando attaccavano i villaggi della costa e si trovavano davanti a fanteria male armata e male addestrata, ma una volta addentratisi nell'interno e costretti ad affrontare la cavalleria pesante franca, pur avendo raggiunto una certa dimestichezza con i cavalli, preferivano combattere a piedi, anche perché erano consapevoli di non poter uguagliare la potenza della cavalleria avversaria; smontati da cavallo divenivano fanteria pesante arroccandosi su di una posizione favorevole – su di una collina, dietro un corso d'acqua o in un villaggio – ottenendo così una certa supremazia sulla cavalleria pesante.

Con il passar del tempo, tuttavia, gli abitanti dei villaggi costieri impararono a fortificarsi costruendo fossati e terrapieni che, sebbene rudimentali, offrivano un'efficace difesa, tanto più che gli invasori non avevano alcuna pratica di guerra d'assedio; negato l'accesso alle città e villaggi, i razziatori trovavano ben poco nelle campagne più volte depredate, specialmente quando coloro che le popolavano si rifugiavano nei luoghi fortificati con i loro animali ed averi. La scarsità di bottino ed i costanti conflitti con la cavalleria franca spinsero i normanni a conquistarsi un loro stato in Normandia dove, a loro volta, furono costretti a dotarsi di un tipo di fortificazione che era già relativamente diffuso nella loro antica patria. Consisteva in un monticello naturale o artificiale (o l'uno e l'altro insieme) con una o più cinte esterne. Fossati difensivi circondavano le mura ed il monticello che poteva essere alto 30 metri con un diametro di circa 90 metri e qualche volta isolavano del tutto l'uno dalle altre. Perfezionando la loro tecnica fortificatoria, sulla sommità del monticello costruirono grosse torri in pietra che diffusero poi, oltre che in Normandia, anche in Inghilterra, Danimarca, Germania e Italia. Una delle più belle fra le superstiti, anche se modificata nei secoli successivi, è la "White Tower"di Londra, completata intorno al 1097 sulla riva del Tamigi, che si innalza su quattro piani (uno sotterraneo fatto a volta con più piani fuori terra) fino ad un'altezza di 27, 4 metri dal suolo.[1]

Oltre alla nuova pratica nella costruzione delle fortificazioni, i normanni si

[1] W. Reid: "La scienza delle armi"- Mursia, Milano, 1979 p. 37

dotarono di un esercito ottimamente addestrato e raggiunsero una tecnica militare più perfezionata di qualunque altro avversario. La mattina del 26 settembre 1066, le truppe d'invasione di Guglielmo I il Conquistatore, una forza potente e moderna consistente in cavalleria, tiratori di giavellotto ed arcieri, sbarcarono sulla costa del Sussex. Quando, ad Hastings, arrivò l'esercito di Aroldo I, Guglielmo dovette far fronte ad una sola lunga falange di fanteria armata di lance e scuri e protetta da scudi di legno. Contro di questa schierò in prima linea i suoi arcieri con dietro i tiratori di giavellotto. In terza fila i cavalieri aspettavano che le frecce avessero scompaginato la formazione nemica causandone lo sbandamento per irrompere contro gli anglosassoni. La prima massiccia scarica di frecce normanne piombò sul muro di scudi avversari così la cavalleria non riuscì ad attaccare e si ritirò. Ebbe molto più effetto la seconda scarica, poiché le frecce erano state lanciate in alto verso il cielo. Gli uomini dovettero sollevare gli scudi per proteggersi dalla pioggia di frecce e non furono più in condizione di brandire liberamente le loro lunghe scuri. A questo punto irruppe la cavalleria di Guglielmo così venne vinta la battaglia che fu una delle prime in Occidente dove venne impiegata la tattica di combinazione di fanteria e cavalleria. Per concludere, nelle altre popolazioni barbare – Goti, Vandali, Avari, Magiari, ecc. – la tecnologia e l'arte militare rimasero allo stato primitivo e le loro guerre furono condotte da masse disordinate di cavalleria leggera fino a quando furono sconfitti dai pesanti cavalieri di Carlo Magno e cedettero il passo al Sacro Romano Impero.

Sebbene non abbia apportato alcun contributo alla tecnologia ed all'arte militare, non si può non accennare brevemente ad un'invincibile forza guerriera che dal 600 al 1000 d. C. minacciò l'impero bizantino e l'Europa: l'*Islam*. Senza dottrina militare, all'inizio con armi rudimentali, le masse di cavalieri arabi invasero l'Asia, l'Africa e la loro avanzata in Europa fu fermata grazie a Carlo Martello che li sconfisse duramente a Poitiers nel 732. La loro potenza, la loro forza, furono dovute soltanto al fervore religioso piuttosto che ad una superiorità militare e ad uno zelo missionario piuttosto che all'organizzazione; non fu dovuta a nuove armi, strategia o tattica, ma agli insegnamenti di Maometto che promise immensi piaceri in cielo a coloro che morivano nella "guerra santa" contro gli infedeli. Nessun'altra religione è stata in grado di ispirare in così tanti uomini lo sprezzo della morte e del pericolo personale in battaglia.

Quando l'Impero Romano d'Occidente cadde, l'Impero d'Oriente, o *Impero Bizantino*, sopravvisse e durò per quasi un millennio grazie principalmente al fatto che esso rimase il più efficiente organismo militare del mondo di quell'epoca. Gli imperatori bizantini svolsero effettivamente le loro funzioni di capi di stato mantenendo il controllo su tutte le istituzioni mediante la disciplina e l'organizzazione, ma dedicando una particolare cura all'apparato militare, basata sulla costante analisi di quest'ultimo, dei loro nemici e delle condizioni geografiche del terreno. I risultati di questa analisi furono messi in evidenza da svariati scritti militari fra i quali ne emersero tre: il primo fu lo "Strategikon" dell'imperatore Maurizio, scritto intorno al 580 d.C.; il secondo fu il "Tactikon" di Leone VI il Saggio, che apparve intorno al 900 d.C.; il terzo fu un piccolo manuale scritto dall'imperatore Niceforo Focas verso il 980. Il più importante fu lo "Strategikon", un trattato di arte militare in tutti i suoi aspetti, non molto dissimile dai

moderni manuali e che si occupava di addestramento, operazioni campali, amministrazione logistica e di diversi altri problemi militari. L'organizzazione e la dottrina discusse in quest'opera permisero ai bizantini di adattare il loro sistema alla sfida islamica e di mantenere la loro supremazia sui popoli confinanti per cinque secoli; per altri quattro secoli poi, le vestigia di questo sistema aiutarono a procrastinare la fine dell'impero. L'unità base, sia amministrativa sia tattica, dell'esercito bizantino, per la fanteria come per la cavalleria, fu il "numero" o "banda" di 300-400 uomini e comandata da un "drungario". Cinque o sei "numeri" formavano una "turma" comandata da un "turmarca" e due o tre "turme" costituivano un "tema" comandato da uno "stratega". Un particolare accorgimento dei bizantini fu quello di costituire le unità con organici differenti in modo da rendere difficile ai loro avversari di valutare l'esatta forza delle armate.

Dopo le invasioni arabe e persiane, che avevano sconvolto la vecchia organizzazione provinciale dell'impero, l'esercito operativo venne integrato in un'organizzazione geografica di distretti militari. Questo sistema ebbe inizio quando vennero rioccupate le provincie dell'Anatolia e l'autorità locale dovette essere necessariamente esercitata dal comandante militare responsabile della difesa della regione.

Di fronte alla continua minaccia delle incursioni saracene, gli imperatori adottarono permanentemente questo sistema amministrativo civile-militare. Ad ogni distretto venne assegnato un "tema" agli ordini di uno "stratega"; il tema era la guarnigione del distretto che si articolava in unità amministrative e militari più piccole alle dipendenze dei turmarchi e dei drungari; il tema era affiancato da una milizia, che oggi si potrebbe chiamare guardia nazionale, costituita da tutti gli abitanti maschi abili del distretto e che assisteva con successo i reparti regolari con azioni di guerriglia nel respingere e distruggere gli invasori. Il servizio militare era obbligatorio per tutti gli uomini atti alle armi, ma in pratica l'esercito permanente era mantenuto mediante un reclutamento selettivo degli elementi migliori. Contrariamente all'impero d'occidente, quello d'oriente reclutò i soldati fra i suoi abitanti sebbene esistessero nell'esercito alcune unità barbare.

Durante la maggior parte della sua esistenza, l'impero bizantino non sentì la necessità di conquiste o aggressioni. Il tenore di vita era alto, la nazione era la più prospera del mondo; ulteriori conquiste sarebbero state dispendiose in vite e ricchezze e nuovi territori avrebbero incrementato i costi per l'amministrazione e la difesa. Ma, contemporaneamente, i bizantini si erano resi conto che la loro ricchezza era una costante attrazione per i popoli barbari confinanti. Questo spiega la *strategia bizantina* che fu quasi sempre difensiva. L'obiettivo era la conservazione dei territori e delle risorse; essa fu, di norma, un sofisticato concetto medioevale di deterrenza e fu basata sul desiderio di evitare la guerra se possibile ma, se necessario, combattere per respingere e punire gli aggressori con le minori perdite di uomini e di risorse. Il metodo era usualmente quello di una difensiva-offensiva elastica, nella quale i bizantini cercavano di spingere gli invasori verso i passi di montagna ed i guadi dei fiumi già predisposti a difesa e poi distruggerli con coordinati e concentrici attacchi di due o più temi.[2]

---

[2] E. Cecchini: "Le istituzioni militari"SME, Ufficio storico, Roma,1986 pp. 26-27-28

Il simbolo della potenza bizantina fu la *cavalleria catafratta.* Il cavaliere portava un elmetto conico ornato con un ciuffo colorato di coda di cavallo, uno scudo rotondo, una cotta di maglia di ferro con cappuccio che lo copriva dal collo al ginocchio, gambali di cuoio, calzature con speroni e guanti di ferro. Le sue armi offensive erano una larga spada, un pugnale, un arco, una lancia leggera ornata di una lunga fiamma e dotata al centro di una correggia che serviva da propulsore per il lancio; talvolta i cavalieri portavano anche un'ascia; anche i cavalli, dotati di sella e staffe, avevano la testa, il collo ed il petto protetti da una corazzatura. Il *fante*, protetto più o meno come il cavaliere, era armato di spada, due lance, arco, fionda e giavellotti. benché, in casi particolari, vi fosse una certa prevalenza della cavalleria, di norma le due armi erano combinate in proporzioni uguali. La *tattica* stabiliva una formazione base che poteva essere variata a seconda delle circostanze e prevedeva un fronte centrale su due linee di fanteria di cui una serviva di appoggio all'altra, una riserva dietro i due fianchi e unità fiancheggiatrici di fanteria leggera e cavalleria. Se l'esercito nemico era composto principalmente di cavalleria, la fanteria sosteneva l'attacco mentre i cavalieri intervenivano sui fianchi; se i fanti erano costretti a ritirarsi, i cavalieri si raggruppavano e ripetevano l'azione insieme alla riserva. Quando il contingente di fanteria era inferiore a quello di cavalleria, quest'ultima formava le due linee centrali e la fanteria fungeva da riserva.

Le *macchine da guerra*, principalmente catapulte e baliste, accompagnarono tutti gli eserciti bizantini ed occuparono i bastioni delle loro piazzeforti. In questo campo apparve una nuova arma che consentì ai bizantini una superiorità a lungo incontrastata, sia in terra sia in mare, che consentì loro grandi vittorie su arabi, russi e turchi: il *fuoco greco.* Questo tipo di arma era già stato usato da greci e persiani, ma la tecnologia bizantina fu altamente perfezionata e produsse risultati molto più devastanti. Un alchimista siriano o egiziano, di nome Kallinikos, era fuggito dall'Egitto, o dalla Siria, a Costantinopoli davanti agli eserciti arabi invasori ed aveva messo a punto una miscela incendiaria – la formula della quale venne tenuta da allora strettamente segreta – che, si presume, fosse costituita da nafta, zolfo, catrame, resina, olio, succhi disseccati di certe piante e grassi animali, veniva incendiata una volta a contatto con l'acqua. La miscela veniva inserita in un tubo di ottone rivestito di legno; attraverso una manichetta, veniva pompata nel tubo dell'acqua ad alta pressione che dava fuoco al materiale il quale veniva proiettato a considerevole distanza dalla sua stessa deflagrazione e dalla pressione dell'acqua, provocando danni disastrosi sia a truppe di terra sia a navi, e non solo materiali ma anche psicologici dato il "rumore di tuono" causato dalla violenta combustione della miscela incendiaria. Il fuoco greco di Kallinikos, nel 717, salvò l'impero d'oriente dall'invasione musulmana, mantenne le mura di Costantinopoli inviolate per sei secoli e consentì ai bizantini di mantenere la supremazia marittima sugli arabi; questi ultimi, tuttavia, impararono la lezione ed impiegarono vasi di terracotta riempiti di una miscela incendiaria, che venivano lanciati da una "petriera"(una balista ad un solo braccio) servita da specialisti, i "naftieri", vestiti con indumenti protettivi ed incaricati sia di

---

[3] "Armi ed eserciti nella storia universale", Salani, Firenze, 1965 pp. 162, 164

lanciare i proiettili incendiari, sia di spegnere i fuochi provocati dal nemico. La *logistica*, compatibilmente con i tempi, era ottimamente organizzata: i genieri erano dotati di attrezzature per valicare fiumi, costruire ponti e fortificazioni; i trasporti dei materiali e dei viveri erano effettuati su carri e bestie da soma; esisteva pure un seppur rudimentale servizio medico ed un corpo di segnalatori.

Considerata la loro strategia principalmente difensiva, i bizantini crearono poderose *fortificazioni* in tutto l'impero: centinaia di castelli-fortezze vennero costruiti nei punti strategici nei quali, in caso d'invasione, anche la popolazione trovava rifugio.

Sul Danubio furono restaurati o costruiti ottanta castelli; in Dacia, in Tracia, in Epiro, in Macedonia, serie di castelli formarono tre linee di difesa; lunghe mura coprirono il Chersoneso di Tracia, le Termopili, l'istmo di Corinto; tutta la penisola dei Balcani divenne un campo trincerato. Ma la più formidabile opera di difesa fu quella fatta edificare da Teodoro II intorno a Costantinopoli: essa si spiegò per sei chilometri su di una triplice linea di fortificazioni; un muro interno, di undici metri d'altezza, fiancheggiato da ottantasei torri; un muro esterno, alto otto metri e cinquanta; un fossato da quindici a venti metri di larghezza, fiancheggiato da una controscarpa di mattoni. Dieci porte, tra le quali la celebre "Porta d'Oro", attraverso la quale gli imperatori vittoriosi facevano il loro ingresso, erano aperte nel bastione che sfidò per mille anni gli unni, gli arabi, i bulgari.

Tecnologia ed arte militare navale.

Dopo la caduta dell'impero romano, la tecnologia navale fu sviluppata principalmente, sebbene con criteri diversi, nel Mare del Nord per merito dei popoli delle coste meridionali e settentrionali, e nel Mediterraneo dai bizantini e dagli arabi.

I popoli delle coste meridionali del Mare del Nord – ad eccezione dei veneti che, come abbiamo accennato precedentemente, si rivelarono ottimi costruttori di navi che misero in difficoltà quelle di Cesare – non risulta fossero grandi carpentieri nè grandi marinai. Le navi usate dagli angli, sassoni, frisoni e juti nelle loro migrazioni e scorrerie in Inghilterra, erano rozzi battelli aperti, spinti da remi, costruiti a guscio e con fasciame sovrapposto, poco affidabili per mari pericolosi durante tutto l'anno, essendo caratterizzati da venti imprevedibili, violente tempeste occasionali, forti correnti ed alte maree. Uno scrittore del quinto secolo, Sidonio, un gallo-romano, scrisse ad un amico, a proposito dei marinai sassoni: "... per questi uomini il naufragio è cosa quotidiana piuttosto che un caso terrificante, per essi i pericoli del mare non sono conoscenze occasionali, ma amicizie intime. " Le perdite di navi a remi dovevano essere enormi e consimile il numero dei marinai periti per annegamento.[4]

Le più antiche testimonianze di tali imbarcazioni giunte fino a noi, sono due: la "barca di Hjotspring", ritrovata nel 1921 in Danimarca, che si presume costruita tra il 350 ed il 300 a. C., lunga più di 13 metri e larga quasi due, con la

[4] D. Phillips-Birt: op. cit. p. 86

struttura portante costituita da un lungo asse di fondo che si piega alle due estremità; l'asse è modellato anche in senso trasversale così da poter accompagnare la forma che in quel punto è data allo scafo costituito da tavole di legno di tiglio tenute insieme mediante legamenti. La seconda è la "nave di Nydam", trovata nel 1863 nello Schleswig-Holstein e costruita all'incirca settecento anni dopo la precedente; questa indica l'inizio delle particolari caratteristiche della tecnica costruttiva nordica. La nave di Nydam, lunga quasi 23 metri e larga più di 3, è costruita con larghe tavole di quercia, con il fasciame sovrapposto, non ha una chiglia ma una semplice robusta tavola al centro, disposta in piatto. Data la sua larghezza limitata rispetto alla lunghezza, difettava di stabilità ed era troppo cedevole per portare una vela, quindi era spinta soltanto da remi. Certamente era una nave da guerra con la quale gli anglo-sassoni spadroneggiarono sulle coste della Britannia.

L'arte marinaresca, rimasta immobile per secoli, incominciò a fare rapidi progressi fra i *vichinghi* nel periodo che va dal 500 all'800 d. C. Il loro primo passo verso le navi a vela fu la "nave di Kvalsund", ritrovata nel 1920 in Norvegia, lunga 18 metri e larga più di 3, con una vela quadra e dieci coppie di remi, con una forma embrionale di chiglia e con un timone fisso laterale, che aveva sostituito il precedente remo libero di governo.

Da questo tipo di nave si svilupparono le tecniche costruttive che permisero ai vichinghi di compiere imprese sbalorditive su quasi tutti i mari del mondo. La chiglia ed il timone laterale furono le premesse essenziali per la navigazione a vela oceanica. La "nave lunga" vichinga fu una delle navi da guerra più funzionali mai costruite. Era lunga 25 metri, larga 5, con 90 centimetri di immersione; il fasciame dello scafo era costituito da tavole di quercia sovrapposte tenute insieme da caviglie di legno e gli interstizi fra di esse venivano calafatati con una corda a tre capi di pelo di bovino; in una delle tavole più alta venivano praticate, su ambedue le fiancate, delle piccole aperture – di solito sedici – per i remi, provviste di un coperchio con il quale, all'occorrenza, venivano chiuse. Al centro della nave un albero alto 12 metri, saldamente fissato allo scafo, reggeva una vela quadra o rettangolare di lana rinforzata da una rete di corda o di cuoio per impedirne la deformazione. Il timone, che consisteva di un corto remo a pala larga, era fissato a poppa sulla dritta, incastrato in un grosso tacco di quercia un poco sopra la linea di immersione; alla sua estremità superiore, una corta barra sporgeva verso l'interno; la possibilità di ritirarlo a bordo diminuiva il pescaggio e permetteva alla nave – con prora e poppa di forma uguale – di essere tirata in secco e di ripartire dalle spiagge nel senso contrario a quello del suo arrivo. I remi venivano usati per aumentare la velocità in caso di scontro con navi nemiche e per risalire i fiumi molto lontano dalla foce per attaccare luoghi distanti dal mare. Sovente la prora terminava con una spirale rappresentante il collo di un serpente o di un drago: da qui il nome "drakkar" dato alle lunghe navi. poiché non vi era nè uno sperone nè una coperta sulla quale potessero essere collocate macchine da guerra, la tattica preferita dai vichinghi consistette nell'uso di grappini di abbordaggio seguiti dall'arrembaggio e dal combattimento corpo a corpo, nel quale essi non avevano uguali.

Le spedizioni vichinghe più lunghe non vennero tuttavia effettuate con le navi da guerra ma con mercantili più larghe, più fonde, di linee più piene, con

tagliamare a prora ed a poppa – chiamate "Knorr" – nelle quali i remi erano stati sacrificati alla possibilità di imbarcare un buon carico e quindi la spinta era fornita soltanto dalle vele.

La più grande nave vichinga fu il "Lungo Serpente", lungo 45 metri e splendidamente intagliato e decorato, fatto costruire dal primo re di Norvegia Olaf I Tryggvason nel 995, che ne fece la nave ammiraglia della sua flotta da guerra. Olaf I combatté anche la più grande battaglia navale dell'era vichinga: con sole 11 navi affrontò coraggiosamente le flotte alleate dei re Sven di Danimarca e Olaf di Svezia che lo sorpresero a Svolder, nei pressi della foce dell'Oder, nell'anno 1000. Olaf I, consapevole della sua inferiorità, ordinò alle sue navi di disporsi in linea di fronte con il Lungo Serpente al centro e di legarsi tutte insieme creando una specie di fortezza galleggiante; gli alleati conquistarono ad una ad una le navi norvegesi fino ad arrivare alla nave ammiraglia: durante l'ultimo arrembaggio, Olaf I, piuttosto di arrendersi, si gettò in mare e si inabissò.

I vichinghi furono maestri anche nell'arte della navigazione: si basavano sul sole e sulle stelle, sul tipo di animali marini, sul colore delle acque, sulle caratteristiche dei venti e sulla profondità del fondo marino misurata con una fune. poiché la navigazione astronomica era resa difficile, e talvolta impossibile, data la natura molto spesso brumosa dei mari nordici, i vichinghi furono i primi ad usare uno strumento precursore della bussola; lo storico danese Nils Winther scrisse: "Stando alle leggende, gli antichi vichinghi possedevano una pietra da vela, cioè una pietra magnetica che, chiusa in una capsula di legno, galleggiava in un recipiente pieno d'acqua indicando il nord e il sud"[5]

I *bizantini*, nei primi due secoli della loro storia, non disposero mai di una marina da guerra tale da poter affrontare le flotte dei barbari che spadroneggiavano nel Mediterraneo occidentale. Fu soltanto sul finire del V secolo che Giustiniano, rendendosi conto dell'importanza del dominio navale per difendere le coste del suo vasto impero, decise di armare una flotta dotata di navi con caratteristiche nautiche tali da poter percorrere velocemente lunghe distanze data l'eccentricità di Bisanzio rispetto al bacino del Mediterraneo. Nacque così il "dromone"(in greco "corridore"), derivato dalle classiche poliremi ma con l'agilità e la velocità delle liburne. Non si hanno molti documenti sui primi dromoni, comunque sembra che fossero delle biremi lunghe una sessantina di metri e larghe dieci, con due ordini di remi per banda, con venticinque remi per ordine; con due alberi a vele quadre, in cima ai quali si trovavano gabbie capaci di dieci arcieri; due specie di ali che si curvavano a prora e a poppa, probabilmente prolungamenti del parapetto che scorreva al di là del fasciame, davano loro la forma di un trimarano. Erano in grado di trasportare fino a 300 combattenti oltre i rematori in numero di 100. Le armi erano il rostro, disposto però più in alto, quasi fosse un prolungamento del ponte, per poter più facilmente sfondare le fiancate delle navi nemiche; il corvo, le catapulte e il "delfino" (un masso di ferro di peso enorme, sospeso ad un'estremità dell'antenna di vela che, lanciato, produceva effetti disastrosi) e, in seguito, i tubi per il lancio del fuoco greco. Al dromone si affiancò una nave più piccola e più veloce, la "chelandia", ad

[5] P. Hermann: "Sette sono passate e l'ottava sta passando", Milano, 1953 p. 285

un solo ordine di remi, adibita al servizio di esplorazione e di collegamento; il "panfilo", simile al dromone ma disarmato, fu impiegato per i trasporti.

Dopo aver subìto diverse sconfitte da parte di flotte barbare, i bizantini si assicurarono la supremazia navale alla battaglia di Ancona nel 552: con 50 navi da guerra sconfissero la flotta del re goto Totila di 47 navi. Procopio di Cesarea, storico bizantino, nelle sue "Storie", così descrive lo scontro: "Le navi avversarie cozzarono le une contro le altre, prore contro prore; ma subito dopo i goti, inesperti nel manovrare, ebbero le proprie navi ora così disunite che ciascuna trovavasi esposta all'assalto di più navi nemiche, ora così accostate che combattere non potevano e si urtavano ricacciandosi con le pertiche e scompigliandosi tutte. All'incontro, i greci tenevansi di continuo con le prore innanzi, nè troppo disgiunte, nè poco, restringendosi ed allargandosi secondo il bisogno, raccogliendosi ad investire qualunque nave nemica vedessero separata dalle compagne ed opprimendo con un nembo di frecce le scompigliate. I goti infine fuggirono, ma soltanto undici loro navi scamparono. " I bizantini rimasero padroni del Mediterraneo per un secolo, fino a quando furono sconfitti dagli arabi a Phoenix, davanti alla Licia. Questi ultimi, benché privi di una tradizione marinara ed inferiori numericamente, ebbero la meglio adottando una tattica inconsueta che li portò a legare fra loro più navi impedendo così a quelle nemiche di infiltrarsi nella loro formazione. Il predominio passò così agli arabi che, nel 717, navigarono nel Bosforo e misero sotto assedio Costantinopoli che fu salvata (vedi sopra) dal fuoco greco; questa nuova arma divenne la macchina da guerra principale non solo terrestre ma anche navale. L'imperatore Leone VI, nel suo "Taktikon" (I, 19), ne descrive il metodo d'impiego: "... sulla parte anteriore della prora un sifone coperto di bronzo per lanciare i fuochi sul nemico. I due primi rematori dalla parte della prora hanno il compito l'uno di azionare la pompa, l'altro di gettare l'ancora... Ci siamo serviti di vasi di terra nei quali venivano racchiuse bestie velenose, come serpenti, vipere e scorpioni, per gettarli, come aveva fatto un tempo Mitridate, sulle navi nemiche, ove tali animali provocano il disordine. Si possono gettare anche vasi di calce viva che, una volta spezzati, liberano una polvere di calce che soffoca coloro che sono sul ponte... Bisogna sopratutto preparare dei vasi di materie infiammabili che, spezzandosi nella loro caduta, devono mettere fuoco all'imbarcazione. Ci si può servire anche di piccoli sifoni a mano che i soldati portano dietro gli scudi e che facciamo fabbricare noi stessi: contengono un fuoco preparato che viene lanciato sul volto del nemico."

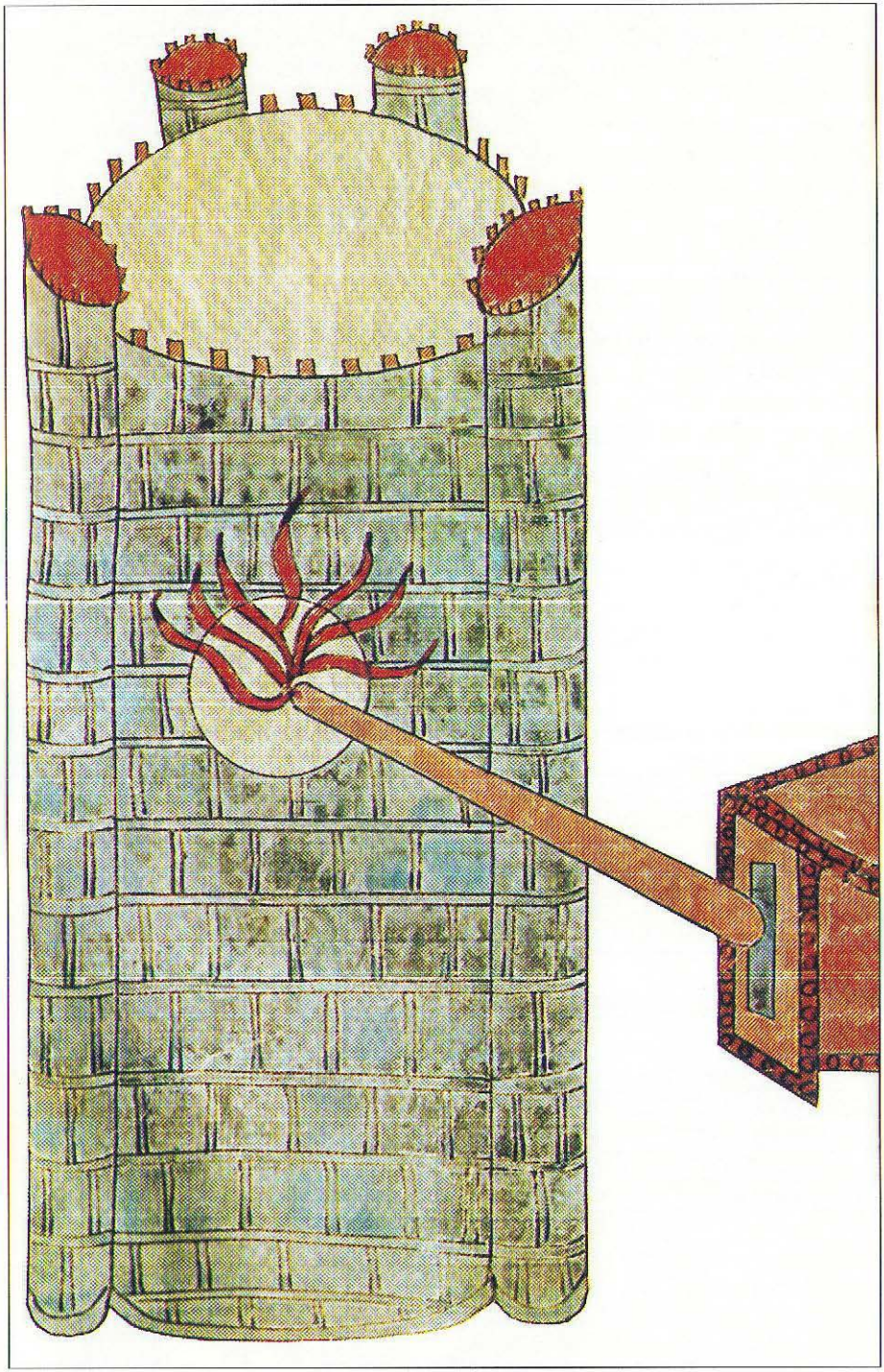
Ai bizantini si deve anche accreditare il merito dell'apparizione delle prime "*galee*" o "*galere*", nel IX secolo e che rimasero le classiche navi da guerra – con diverse modifiche – fino al XVII secolo. La galea, simile al dromone, aveva un solo ordine di remi ed un solo albero con vela latina – diffusa nel Mediterraneo dagli arabi – con uno scafo snello, di basso bordo e moderata immersione.

Gli *arabi* impararono dai loro maestri fenici e greci l'arte della costruzione navale e della navigazione. Se non eccelsero nella costruzione delle loro navi – che assomigliarono a quelle dei bizantini – divennero, dal VII secolo, degli abili navigatori e questo è dimostrato dalle loro conquiste e scorrerie che sparsero il terrore fra le popolazioni rivierasche mediterranee per diversi secoli. Che gli arabi fossero buoni marinai è dimostrato anche dall'etimologia di vari termini

marinareschi quali, ad esempio, "ammiraglio" che deriva da "amir"(comandante dei fedeli di mare), che unito ad "ar-rahl" (trasporto), formò il titolo "amir-ar-rahl", comandante della flotta addetta al traffico tra l'Andalusia e l'Africa settentrionale; "cassero", derivato dall'arabo "kasr" (castello).

Fu la tecnologia araba che provocò notevoli progressi appunto nell'arte della navigazione. Il maggior contributo fu certamente la *bussola magnetica*, che gli arabi probabilmente conobbero dai cinesi e che diffusero nel Mediterraneo. La prima rudimentale bussola era formata da un ago infilato in una pagliuzza in modo che i due oggetti formassero una croce; questa veniva posta a galleggiare in un recipiente con dell'acqua: la paglia rimaneva sul pelo dell'acqua e poteva girare quasi senza attrito e anche l'ago era parallelo al pelo dell'acqua, probabilmente un pò più sollevato. Facendo girare una calamita attorno al recipiente, l'ago si orientava su di essa ma, allontanata, l'ago si disponeva sempre nella direzione nord-sud.

L'altro grande contributo fu la *vela latina*, anch'essa diffusa dagli arabi in tutto il Mediterraneo e adottata da tutte le marine fino al XIII secolo, pur non soppiantando la vela quadra che aprì la via degli oceani. La vela latina era triangolare e sostenuta da un'antenna obliqua attaccata all'albero verso la sommità; l'antenna scendeva a prua fin quasi a toccare il ponte e si sollevava verso poppa molto al di sopra dell'estremità dell'albero. La manovra di questa vela richiedeva una grande capacità marinaresca, superiore a quella occorrente per la vela quadra, ma essa permetteva di "stringere il vento", liberando dalla dipendenza di seguire la rotta a vela solo nella direzione in cui il vento spirava e rendendo più facile la navigazione costiera e seguire percorsi più brevi; ciò stava a significare anche una sicurezza maggiore lungo le coste se il vento si metteva a soffiare da fuori. La vela latina fu un progresso molto importante nella storia della civiltà.



Fuoco greco usato contro una torre nemica

Nave Bizantina

PARTE
SECONDA

CAVALIERI CORAZZATI, BOMBARDE, CANNONI, ARCHIBUGI E VELE
(Dal 1000 d. C. al 1600 d. C.)

Capitolo I

IL REGIME FEUDALE E LE CROCIATE

Tecnologia ed arte militare terrestre

Intorno al 1000 d. C. la cavalleria, già divenuta l'arma predominante dei bizantini e degli arabi, si diffuse in tutta Europa in una misura senza precedenti. Le popolazioni furono divise in due classi: quella che poteva combattere a cavallo e quella che non poteva; i cavalieri costituivano la società mentre il resto non contava alcunché. La società fu rappresentata dall'*ordinamento feudale*, logica conseguenza dell'individualismo barbarico. Il "feudo" o beneficio, era concesso dal sovrano a patto di un tributo annuo e della prestazione del servizio militare. Il "vassallo della corona" poteva, a sua volta, sul proprio feudo, concedere altri benefici e creare dei vassalli subalterni da lui dipendenti con gli stessi obblighi; e così operandosi di seguito, venne a costituirsi una gerarchia di feudatari a diversi livelli, ma tutti direttamente o indirettamente dipendenti da un unico centro.

L'esercito fu composto esclusivamente dai vassalli della corona e dai vassalli subalterni, che combattevano armati di tutto punto e coperti di ferro, uomo e cavallo. Per valutare la forza degli eserciti si contava il numero delle "lance fornite", ognuna delle quali, generalmente, si componeva di un cavaliere, uno scudiero, un costoliere armato di coltellaccio, un valletto, alcuni paggi e tre o quattro arcieri; cinque o sei "lance fornite" costituivano la "bandiera", che non era un'unità tattica poiché l'unica tattica era la scherma individuale, l'unica forza era quella del braccio dei singoli cavalieri, l'unico modo di combattere era la tenzone (detta "a spalliera", cioè con tutti i cavalieri in una sola linea), nella quale ogni cavaliere ne combatteva un altro della parte opposta.

La classe media indipendente scomparve; i poveri divennero i servi dei nobili, tenuti a difendere il castello del loro signore o a costituire la fanteria in caso di necessità. La prevalenza della nuova arma si manifestò anche nella *tattica* in generale; se prima la fanteria costituiva, di norma, il centro e la cavalleria le ali, ora le parti si erano invertite, per cui le truppe a piedi perdettero importanza, costituite com'erano da bande indisciplinate di contadini, muniti dei loro stessi attrezzi (falci, forconi e scuri), prolungati mediante l'applicazione di lunghe aste, e da arcieri e balestrieri, per lo più appartenenti a milizie mercenarie assoldate dal sovrano. Arcieri e balestrieri spesso venivano impiegati davanti allo schieramento centrale di cavalleria per infliggere le prime perdite all'avversario. La mancanza di fanteria come massa d'urto portò ad una decadenza della tattica che si ridusse ad una grossolana applicazione del sempre più rigido ordine parallelo: infatti la truppe a cavallo erano meno manovriere di quelle a piedi. Dopo la carica iniziale, il combattimento si frazionava in una serie di scontri individuali: ciascuno si precipitava sul nemico che aveva di fronte senza tener conto

di ciò che poteva fare o richiedere il cavaliere vicino; l'unica scienza di combattimento consisteva nel colpire di lancia o di spada l'avversario, senza ricevere danno e, sopratutto, senza lasciarsi scavalcare.

Il feudatario ed i suoi subalterni erano tenuti a rispondere alla chiamata del re per un dato periodo dell'anno, usualmente quaranta giorni, dopodiché gli eserciti si scioglievano e tutti tornavano al proprio feudo. Il risultato di questo sistema era che quando gli eserciti reali venivano radunati ed impiegati per operazioni offensive, mancavano di omogeneità, non vi era una comune fedeltà al re ed alla nazione, non avevano una disciplina basata su di un'organizzazione comune ed un addestramento integrato; inoltre non vi era un'effettiva unità di comando. Questa fu la ragione del fatto che furono molto rare le guerre ad ampio raggio, per le quali i *piani strategici* non potevano venire neppure abbozzati, né furono mai organizzati veri e propri *servizi logistici.*

Anche l'*organica* seguì la confusione che regnava negli altri campi dell'arte militare.

Ogni contingente corrispondeva all'ampiezza ed all'importanza del feudo che lo forniva, senza uniformità, anche perché era diverso l'obbligo di ciascun feudatario verso il sovrano, mentre l'obbligo dei singoli era personale verso il proprio signore. Le armi principali della cavalleria – oltre alla daga (spada corta), al pugnale, alla mazza ferrata ed alla scure – furono la spada e la lancia: la spada, con elsa a crociera e lama lunga a due tagli, si allungò gradatamente fino a superare il metro; un grande progresso di quest'arma fu raggiunto dalla scimitarra musulmana: la particolarità di questa leggera sciabola a lama curva risiedeva più nella qualità del metallo piuttosto che in una radicale modifica del disegno. Gli artigiani di Damasco e di Toledo particolarmente divennero famosi per le magnifiche lame di acciaio che crearono: meravigliosamente flessibili, eppure robuste e resistenti, in grado di essere affilate come rasoi.

Tuttavia, l'arma classica della cavalleria fu la lancia che, fino al 1050 d.C., fu brandita verso l'alto e tenuta in mano; più tardi, allungata, appesantita e dotata di spuntoni sotto la punta che impedivano una penetrazione eccessiva e quindi facilitavano l'estrazione, fu tenuta "in resta" (un ferro di varia forma, sporgente dalla parte destra dell'armatura del cavaliere). La spada e le armi da botta venivano impiegate se la lancia si spezzava dopo l'urto, la daga o il pugnale per finire il nemico scavalcato.

L'armatura, di ferro o d'acciaio, copriva tutto il corpo e spesso anche il cavallo: in questo caso prendeva il nome di "barda". Nell'XI secolo l'armatura consisteva di un giaco o cotta di maglia di ferro o d'acciaio, che sostituì il corsetto di pelle o di tessuto con inchiodate piastre di ferro. Il giaco comprendeva un cappuccio (camaglio) e giungeva fino alle ginocchia; sopra il camaglio il cavaliere portava un elmo che copriva solo la parte superiore della testa e, talvolta, con un prolungamento che copriva il naso. Spesso le gambe erano protette da schinieri e scarpe appuntite che avevano anche funzione di offesa. L'armamento difensivo era completato dallo scudo, detto "targa" se a forma allungata e "rotella" se circolare. Data la pesantezza dell'armamento del cavaliere, gli uomini della "lancia fornita" lo aiutavano a portare le armi, a salire a cavallo, a portare l'insegna. L'armatura dei cavalieri era così pesante che se questi cadevano a terra raramente potevano rialzarsi senza assistenza; ciò spinse a colpire le

pesanti cavalcature del nemico e, d'altra parte, ad incrementare le armature di protezione dei cavalli. Alla fine del XIV secolo i cavalli della cavalleria pesante dovevano sostenere di solito un peso totale di almeno 70 Kg. di corazze ed equipaggiamenti – propri e del cavaliere – in aggiunta al peso dell'uomo; questo significò che, per la cavalleria pesante, potevano essere usati soltanto massicci e lenti cavalli e questi potevano caricare solo al trotto o al galoppo molto lento. La mobilità fu sacrificata alla protezione, eppure la mobilità era la caratteristica essenziale della cavalleria. Così, la relativa invulnerabilità fu ottenuta a spese della qualità che aveva reso la cavalleria superiore alla fanteria.

La fanteria, verso i secoli XI e XII, cominciò a riacquistare importanza in seguito alla nascita del Comune che, per difendersi dai signori feudali, dovette ricorrere a truppe tratte dai cittadini; questi non potevano permettersi di mantenere cavalli ed acquistare armature, per cui dovevano combattere a piedi. D'altra parte, la difesa delle mura non richiedeva l'impiego della cavalleria: le milizie cittadine impararono a far massa, a scegliere i più idonei per fisico e coraggio, a suddividersi per quartieri, parrocchie o corporazioni: si cominciarono così a costituire reparti organici. Sulla rivalutazione della fanteria influirono anche le Crociate, combattute spesso da gente che, per devozione, si era recata in Terrasanta a piedi. I frequenti assedi compiuti durante le Crociate videro l'impiego di grandi masse di fanteria che, a causa della lunga durata delle spedizioni, erano ben addestrate e decise a combattere fino all'ultimo, dato che non potevano trovare scampo arrendendosi. Anche le fanterie mercenarie erano composte di truppe efficienti, benché poco fidate per la loro tendenza a cambiare bandiera dietro compenso.

Le armi della fanteria, a partire dall'XI secolo, non furono più quelle rudimentali dei contadini, ma subirono diversi miglioramenti e innovazioni. La più importante fu la *balestra*: già usata dai cinesi nel 2000 a. C. era stata impiegata, ma poi abbandonata dai romani all'inizio del primo secolo a. C. Riapparve nell'XI secolo e rimase in uso in Europa occidentale fino al XVI secolo. Era un'arma da corda per il lancio di frecce; si componeva dell'"arco" di legno o di corno (con il perfezionarsi della metallurgia fu fatto d'acciaio); del "fusto", detto anche "teniere", del meccanismo di scatto costituito dalla "noce", che tratteneva la corda e della "leva" che liberava lo scatto; della "corda" collegata alle due estremità dell'arco. Era di varie grandezze secondo l'uso cui doveva servire, cioè se si doveva maneggiare e caricare da un uomo solo e fosse portatile, oppure se dovesse essere posta a difesa delle mura: perciò si distingueva in "manesca" e "da posta". La balestra si caricava in diversi modi, i più usati erano: mettendo il piede, o i piedi, nella staffa (balestra a un piede o a due piedi); a crocco, gancio a staffa di cui era fornita per tendere l'arco con congegno a leva; a leva; a martinetto; a mulinello, di maggiori dimensioni delle altre e quindi molto potente: per farla funzionare occorrevano molti uomini e per tendere l'arco occorreva un grosso e forte congegno, appunto il mulinello o argano. Verso il XV secolo il congegno più frequente fu a leva e ruota dentata: la ruota dentata veniva fatta ruotare da una leva o manovella e muoveva un'asticciola con un gancio all'estremità, questo agganciava la corda e la tendeva; tale meccanismo combinava semplicità con velocità e poteva essere usato anche da balestrieri a cavallo.

I primi missili furono frecce con una corta asta di legno e la punta a forma di

foglia; inseguite entrarono in uso comune i "quadrelli", frecce con punta quadra metallica per perforare le corazze. benché il caricamento fosse molto più lento di quello dell'arco convenzionale, i balestrieri potevano mantenere un'alta velocità di tiro; la balestra penetrava le maglie di ferro e infliggeva grandi e devastanti ferite, ma la sua gittata era scarsa, non superiore ai 150 metri; benché fosse un'arma potente, la balistica della balestra era fondamentalmente povera perché la corda, spesso pesante come il dardo, assorbiva molta dell'energia che veniva generata.

Infine, i tartari e gli arabi usarono il primo lanciafiamme della storia: la cosiddetta "*candela romana*", che consisteva in canne di bambù svuotate e rinforzate con avvolgimenti di strisce di pelle o di corda; in queste canne venivano forzati, dalla bocca, strati di piccole palle incendiarie di cera o di stoffa impregnate di petrolio, alternati con polvere nera formata da sei parti di carbone, una di zolfo e una di salnitro; dando fuoco alla polvere in cima alla canna, la fiamma si propagava alle varie cariche successivamente e scagliava contro il nemico una raffica di palle infuocate, sempre che, per un eccessivo forzamento o per la fragilità della canna, la candela romana non esplodesse in mano a chi la usava. La polvere nera veniva impiegata anche in razzi che erano legati alle frecce e ne aumentavano considerevolmente la portata: queste erano le cosiddette "sarasine" o "falariche", armi da getto con le quali i Crociati furono attaccati più volte dagli arabi. Le armi da fuoco vere e proprie non erano ancora nate, ma l'ingrediente principale, la polvere da sparo, esisteva già; occorreva soltanto che qualcuno capisse l'opportunità di racchiuderla dietro un proiettile in un tubo di ferro con un'estremità chiusa per sfruttarne appieno la forza propellente.

Le *Crociate*, che erano state lanciate per salvare la cristianità orientale dai musulmani, terminarono lasciando tutte le cristianità del Levante sotto il dominio maomettano. Quando papa Urbano II aveva predicato il suo sermone a Clermont, sembrava che i saraceni fossero sul punto di minacciare il Bosforo; quando papa Pio II predicò l'ultima Crociata, i turchi stavano attraversando il Danubio. . Gli ultimi resti delle conquiste crociate caddero nelle loro mani: Rodi nel 1523 e Cipro nel 1570. Ai conquistatori occidentali rimase soltanto un pugno di isolette greche sulle quali Venezia continuò ad esercitare una precaria sovranità. Sebbene non ci fosse stato un solo sovrano o un solo paese che non avesse mandato i propri uomini a combattere per la cristianità, l'avanzata turca fu arrestata non da uno sforzo concorde dell'Europa cristiana, ma dall'azione degli stati più direttamente minacciati: Venezia e l'impero absburgico. Pertanto, da un punto di vista storico, il movimento crociato, nel suo insieme, fu un grande insuccesso. Gli sforzi per conservare o riconquistare la Città Santa, non solo furono singolarmente inefficienti e affidati all'impulso del momento, ma non ebbero neppure, sulla storia generale dell'Europa occidentale, quell'influsso che ci sarebbe aspettato. Eppure, l'epoca delle Crociate è stata una delle più importanti nella storia della civiltà dell'Occidente: nel momento in cui esse ebbero inizio, l'Europa stava appena risorgendo dal lungo periodo delle invasioni barbariche, conosciuta come quella dei "secoli bui", e quando terminarono era appena iniziata la fioritura del Rinascimento; tuttavia non possiamo attribuire ai Crociati nessun influsso diretto su questo sviluppo.

Anche dal punto di vista della tecnologia e dell'arte della guerra, ad eccezione della costruzione dei castelli, l'Occidente mostrò ripetutamente di non aver imparato nulla dalle Crociate. Un notevole progresso nelle armi si ebbe, in Europa, grazie alle nuove tecniche metallurgiche – delle quali ci occuperemo più avanti – ed alla grande abilità degli artigiani medioevali. Le *armi offensive* della cavalleria furono la spada, lunga e larga, tagliente da una sola parte, la lancia, di legno, che terminava con una punta di ferro acuta, ornata sovente con una banderuola; quelle della fanteria, oltre spada e lancia più leggere, il giavellotto, la scure, la clava, l'arco e la balestra. Quest'ultima, già descritta, fu impiegata nella Prima Crociata, ma fu abolita in quelle seguenti perché il Concilio del Laterano la proibì considerandola un'arma troppo micidiale; questa proibizione fu rinnovata dai papi e dai concilii seguenti e i guerrieri cristiani si sottomisero facilmente ai decreti della Chiesa poiché ritenevano che la vera bravura non doveva cercare le armi atte a moltiplicare la morte sul campo di battaglia: le armi micidiali, affermavano, toglievano al valore personale una gran parte del suo ascendente e della sua gloria. Le *armi difensive* continuarono a migliorare ma divennero più pesanti: la maglia d'acciaio fu accorciata e le sue lunghe falde furono sostituite da calzoni di maglia; per aumentare la protezione ed impedire ammaccature per i colpi contro la sua dura superficie, la maglia fu indossata sopra una giacca di pelle o di feltro foderata di lana (la giacca fu usualmente la sola protezione dei soldati a piedi); la maglia, la giacca e lo scudo – anch'esso foderato di lana – erano quasi sempre sufficienti a fermare le frecce dei musulmani: i cronisti dell'epoca descrissero i Crociati sul campo di battaglia con il corpo irto di giavellotti e frecce, tali da somigliare ad istrici. L'elmo fu migliorato: il paranaso fu allungato e rinforzato; molti artigiani fornirono la completa copertura facciale con caschi piatti che coprivano testa e collo, con sul davanti fessure per la visuale e la respirazione: questi, tuttavia, erano così pesanti e soffocanti – il più comune elmo pesava dai 5 ai 10 kg. – che, di solito, venivano attaccati al pomo della sella fino a quando l'azione stava per iniziare. Durante il tredicesimo secolo, gli armaioli incominciarono a sperimentare elmi con la parte frontale a punta, destinati a deviare i colpi ed a ridurre la possibilità, per chi lo portava, di avere l'elmo sfondato in faccia.

La nuova tecnologia di produzione del ferro e dell'acciaio, unita all'abilità degli artigiani europei, portò all'introduzione, nel XIII secolo delle piastre d'armatura; all'inizio furono piastre di ferro che coprivano le spalle e le cosce e indossate sotto i giachi od al loro posto, coprendo spalle, gomiti, ginocchia, tibie e cosce; più tardi nel secolo le corazze pettorali rimpiazzarono le cotte di maglia. Nel XIV secolo furono sviluppate armature a piastre complete che cominciarono a sostituire le maglie.

Le *macchine d'assedio* usate nelle Crociate furono le stesse usate dai romani: l'ariete spinto contro le mura con gomene e catene; la "galleria", che metteva al sicuro i lavoratori e che, con cuoio e mattoni, si difendeva dai colpi del ferro e delle pietre; il "pozzo" e il "graticcio", coperti da una pelle di bue o di cammello, sotto i quali si collocavano i soldati incaricati di proteggere quelli che andavano all'assalto; le "catapulte" e le "baliste", dalle quali partivano enormi giavellotti e che lanciavano grossi macigni, e qualche volta anche cadaveri di uomini e di animali; infine le "torri mobili" a parecchi piani, le cui sommità domi-

navano le mura e contro le quali gli assediati non avevano altro mezzo di difesa che l'incendio.

Benché l'uso delle "*bandiere*" e delle "*musiche*" risalga all'antichità – scriveva Sun-Tzu, duemilasettecento anni fa nel suo "Arte della guerra": "In battaglia tutto sembra scompiglio e confusione, ma le bandiere ed i vessilli sono disposti in modo preciso ed i suoni dei tamburi hanno regole fisse" – furono i Crociati a reintrodurre le bandiere negli eserciti cristiani. In mezzo all'esercito sventolava lo stendardo della Crociata, portato da un conte o da un cavaliere: l'orifiamma di San Dionigi, o lo stendardo di San Pietro, oppure una bandiera benedetta dal Papa. Ogni reparto aveva poi la sua bandiera particolare intorno alla quale si raccoglievano i Crociati dello stesso paese o che parlavano la stessa lingua. Su queste bandiere si vedevano gli stemmi ed i colori distintivi dei signori che conducevano i loro vassalli alla Crociata. In parecchie guerre sante i Crociati ebbero uno stendardo che gli italiani chiamarono "carroccio": lo stendardo era una grossa trave collocata in forma di albero di nave su quattro ruote e sulla cui cima sventolava una bandiera, di solito bianca con un ricamo rosso a forma di croce: la guardia era affidata a cavalieri scelti e vicino ad esso si portavano i feriti e qualche volta anche i guerrieri morti dei quali si voleva onorare la memoria. Gli eserciti cristiani portarono in Terra Santa anche reparti di musicanti: gli strumenti più usati erano la tromba, i corni di legno, di ferro, d'oro, d'argento, le arpe, i timballi o le nacchere e i tamburi tolti ai saraceni; oltre a dare il segnale dei combattimenti, i musicanti dilettavano i soldati, infiammavano il loro coraggio e portavano lo spavento nelle file nemiche.

Come suaccennato, ancora prima delle Crociate, gli europei avevano scoperto che un esercito che includeva una notevole forza di *fanteria* aveva un vantaggio su di una forza di sola *cavalleria.* Questa dottrina fu accelerata dall'esperienza crociata: nel combattere i mobili musulmani, i Crociati crearono una solida base di fanteria per le manovre della cavalleria e per tenere posizioni dominanti e vitali. Anna Comnena afferma che Goffredo di Lorena condusse con sé diecimila cavalieri e settantamila fanti, una proporzione da uno a sette: alla battaglia di Ascalona, quando vennero impiegati tutti gli uomini disponibili in Palestina, vi erano milleduecento cavalieri e novemila fanti, una proporzione da uno a sette e mezzo[2]; all'assedio di Gerusalemme c'erano da milleduecento a milletrecento cavalieri su un esercito di dodicimila unità che, tuttavia, comprendeva genieri e marinai genovesi e inglesi.[3]

Dalla terza Crociata, la formazione di battaglia tipo ebbe i balestrieri e arcieri a piedi schierati in linea a formare uno schermo davanti alla cavalleria, che si apriva quando era necessario lanciare una carica. Il significato di questa cooperazione fanteria-cavalleria fu presto compreso dai musulmani, il più importante obiettivo dei quali fu quello di separare la cavalleria dalla fanteria crociate e poi

---

[1] Anna Comnena: "Alessiade", a cura di B. Leib in "Collection Byzantine de l'Association Guilaume Budè" 3 voll. , Paris, 1937-45, Vol. II, X, IX, I, p. 220

[2] G. di Tiro: "Historia Rerum in Partibus Transmarinis Gestarum" in "Reculil des Croisades: Historiens Occidentaux" Vol. I, trad. fran. antica, IX, 12, I, p. 380

[3] R. di Aguilers: "Historia Francorum qui ceperunt Jerusalem" in RHCHC, vol. III, XIX, p. 292

sconfiggerle separatamente. Questa tattica musulmana, a sua volta, spinse i Crociati a dedicare più attenzione ad uno stretto coordinamento delle azioni e movimenti della fanteria e della cavalleria, giungendo a più efficaci operazioni di armi combinate. Un altro fattore che influenzò l'aumento dell'uso crociato della fanteria fu il declino in numero dei pesanti cavalli europei, dovuto al logoramento naturale e dei combattimenti; così, molti cavalieri furono costretti a combattere a piedi o a servire come cavalieri leggeri. Il forzato appiedamento di una parte dei cavalieri pesanti fornì comunque un affidabile nucleo per i meno fidati fanti delle leve feudali. Tuttavia, anche quando i Crociati ebbero soltanto poche centinaia di presenze, contarono sempre sulla cavalleria pesante come elemento decisivo per la vittoria in battaglia dei loro eserciti[4]. Fra le poche lezioni tattiche imparate dai Crociati vi fu l'uso di manovrare sotto forma di aggiramento e di imboscate, l'impiego della cavalleria leggera per ricognizione e protezione, l'uso della "potenza di fuoco" sotto forma di arcieri a cavallo e sopratutto il coordinato impiego delle armi da lancio e dell'azione d'urto quando si doveva affrontare un nemico mobile e pieno di risorse.

I Crociati impararono dai bizantini la tecnologia della *fortificazione*. Le mura di Costantinopoli e di Antiochia li impressionarono senza dubbio, ma l'ampiezza delle costruzioni li colpì più delle loro qualità tecniche e delle scienze dei loro mezzi di difesa. Città e cittadelle d'Oriente, quali che fossero la loro forza e la loro importanza, offrirono un aspetto di grande semplicità: gli architetti franchi, in collaborazione con gli architetti bizantini, armeni e arabi, le migliorarono notevolmente. La necessità di mantenere contro la pressione musulmana la stretta striscia costiera dei principati franchi, costrinse i Crociati, nel Libano ed in Palestina, a costruire enormi castelli-di alcuni dei quali esistono ancora le vestigia – per difendere le loro conquiste.

I correnti concetti occidentali sulla protezione e difesa delle città e dei castelli, furono modificati, ma sotto un importante aspetto, gli europei differirono dai bizantini nelle loro applicazioni delle lezioni. Per i bizantini le fortezze erano essenzialmente basi per operazioni difensive-offensive sul campo e così esse erano usualmente situate su terreno dominante ma accessibile; gli europei, più orientati alla difensiva, continuarono a situare le loro nuove fortezze e i castelli su luoghi sempre più inaccessibili, pregiudicando però la possibilità per i difensori di uscire rapidamente da essi e quindi l'opportunità di prendere l'iniziativa contro una forza assediante. Le mura divennero sempre più alte e dotate di elementi di difesa contro le tradizionali armi d'assedio: gallerie con caditoie, feritoie o balestriere, cammini di ronda protetti da merli, gallerie difese da cateratte di legno, fisse o mobili. I migliori esempi sono ancor oggi: il monumentale castello dei conti Gand del Duecento, il castello sempre duecentesco di Couchy e il Chateau Gaillard, costruiti nel XII secolo. Nelle zone controllate da castelli o da città fortificate la guerra rimase a lungo un affare di manovre, scaramucce e assedi prolungati.

Un'altra lezione fu un riguadagnato riconoscimento dell'importanza della *logistica*, un'arte praticamente scomparsa in Occidente dopo la caduta di Roma.

---

[4] Trevor N. Dupuy: "op. cit. pp. 67-68

Gli eserciti europei vivevano sulle risorse del terreno che percorrevano. A causa del servizio militare feudale di periodi corti, le campagne erano raramente lunghe eccetto che per gli assedi e per operazioni su piccola scala o incursioni da parte di forze mercenarie, relativamente piccole, di re e nobili. Ma nelle prolungate campagne in Medio Oriente, con lunghe marce in zone aride, i Crociati dovettero imparare l'organizzazione logistica o morire. Nelle Prima e Seconda Crociate infatti, morirono più uomini per fame e più animali per mancanza di foraggio di quanti per altre cause, incluse le spade e le frecce turche. Riccardo I Cuor di Leone d'Inghilterra in particolare, dimostrò la sua abilità logistica costituendo una base intermedia di rifornimento a Cipro, sfruttando il potenziale navale e con la sua eccellente preparazione della marcia da S. Giovanni d'Acri ad Ascalona e con il suo rifiuto di impegnarsi in un prolungato assedio di Gerusalemme senza un'adeguata preparazione logistica. Riccardo I fu il comandante più dotato di risorse e di fantasia del Medioevo.

Circa 1200 anni prima di Cristo il trapasso dall'età del bronzo all'età del ferro aveva prodotto decisivi sconvolgimenti: con armi di ferro, poco costose, anche i barbari potevano affrontare gli eserciti di stati civili, resi fino ad allora invulnerabili dal monopolio del bronzo. Poi, fino al XII secolo circa, la *siderurgia* non aveva subìto mutamenti sostanziali. Ancora nel Duecento, la maggior parte degli artigiani otteneva il ferro mediante la "riduzione" dei minerali misti a carbone vegetale e posti all'aria libera o appena circondati da un piccolo muricciolo di pietre. Soffiando aria con mantici a mano, la fiamma poteva essere attizzata, ma la temperatura della massa non si manteneva al punto di fusione del ferro (circa 1500°) a causa delle continue dispersioni di calore.

Si aveva così una semplice spugna di ferro, ricca di impurità, che doveva essere battuta a caldo per divenire una massa compatta. Per avere un metallo omogeneo, resistente e scevro di impurità, non bastava arrivare ad una massa sia pur soffice e spugnosa, bisognava raggiungere la liquefazione completa e questa si poteva avere solo con alte temperature, prodotte da correnti d'aria ben più forti di quelle ottenute con i primitivi mantici a forza d'uomo. Per questo, l'invenzione del mulino – cioè la concentrazione di potenza dovuta all'impiego di energia idrica – apparve come un fattore decisivo che aprì orizzonti nuovi, segnando la vera pietra di confine tra la tecnologia antica e quella moderna. Un maggiore spirito d'iniziativa, congiunto ai progressi della meccanica ed alle nuove necessità, portò ad applicare l'energia idraulica anche ai grossi mantici a partire dallo scorcio dell'XI secolo e poi, sempre più diffusamente, nei secoli seguenti. Così la combustione poté avvenire in un forno di dimensioni notevolmente maggiori (altoforno) e a temperature ben più elevate, accresciute dai forti getti d'aria iniettati nella parte più bassa.

Il fatto nuovo e importante fu che, grazie a questi dispositivi, il ferro divenne completamente liquido; trovandosi in questo stato e ad alta temperatura, esso ebbe inoltre la proprietà di sciogliere il carbonio; allora il metallo fuso, passando attraverso il carbone ardente contenuto nella parte più bassa del forno, ne sciolse una parte formando una massa liquida costituita da una soluzione di carbonio nel ferro che si lasciò raffreddare e solidificare in forme di non grandi dimensioni adatte al trasporto. Questa massa venne chiamata dai tedeschi "gusseisen" (ferro fuso) da "giessen", onde l'italiano "ghisa". Si deve tuttavia tener

presente che dal nuovo forno metallurgico uscivano due tipi di ghisa: quella "bianca", più chiara e più dura, ma anche più fragile, e nella quale il carbonio era disciolto in modo uniforme; questo tipo di ghisa veniva prodotto quando la temperatura del forno non era troppo elevata; il secondo tipo era la ghisa "grigia", allorché la temperatura del forno era maggiore e i minerali usati erano ricchi di silice così che la lega conteneva anche una buona dose di silicio. Diversamente dalla ghisa bianca, quella grigia conteneva carbonio sotto forma di minuscole lamelle disseminate nella massa del ferro, da cui appunto il suo colore grigio nerastro. Questa era una lega meno dura della precedente ma anche meno fragile e perciò – a differenza della ghisa bianca – lavorabile. Quando forni a temperatura più alta e impiego di minerali silicei dettero luogo per la prima volta alla produzione della ghisa grigia, questa incominciò ad essere usata per i "getti" ottenuti rifondendo la ghisa stessa in piccoli forni e colandola poi in appositi stampi di terra refrattaria. Non passò molto tempo quando alcuni metallurgisti pensarono di aggiungere dei "fondenti" ai minerali metalliferi data la proprietà che questi avevano "di far fondere e correre li metalli" come scriveva il senese Vannoccio Biringuggio nel suo trattato "De la pirotechnia" (1450) allorché questa pratica era già in uso ormai da lungo tempo. Grazie a tali fondenti non solo era possibile l'utilizzazione di materiali meno puri, precedentemente trascurati, ma una quantità maggiore di ferro poteva essere ottenuta a parità di minerale impiegato ed inoltre si aveva una ghisa di qualità superiore: infatti, le ganghe dei minerali ferrosi – ad esempio la silice – e la cenere prodotta dalla combustione, tendevano ad accumularsi allo stato solido, ostruendo il forno; questo effetto dannoso fu però impedito dai fondenti – ad esempio calce viva o calcare – che si combinarono con le ganghe e le ceneri, formando una specie di vetro fuso (scoria) il quale colò al basso insieme alla ghisa e poté poi essere fatto uscire da un foro praticato a conveniente altezza. Così le scorie del forno non contennero più alte percentuali di ferro e questo fu un altro importante progresso nei confronti della siderurgia dei tempi antichi quando le scorie potevano contenere il 54% di ferro.

Un altro processo di pari importanza, connesso al precedente, fu il forno ad andamento continuo. Se precedentemente la "riduzione" dei minerali doveva essere spesso interrotta per estrarre il minerale utile – ciò che rallentava la produzione e produceva uno spreco di calore occorrente a riscaldare di nuovo le pareti del forno – ora invece la fuoriuscita del metallo e delle scorie dal basso del forno fece sì che questo potesse essere caricato continuamente dall'alto, sovrapponendo strati successivi di carbone, di minerale ferroso, di fondente, cosicchè l'apparecchio poteva funzionare in continuazione.

Un terzo sviluppo altrettanto fondamentale venne a maturazione nello stesso periodo. Soltanto la ghisa grigia era considerata utile per lavori di getto, dal momento che quella bianca era troppo fragile; ma se quest'ultima veniva liberata dal carbonio – la cosiddetta "affinazione" – si otteneva un ferro tenace e malleabile, adatto a varie lavorazioni.

Decarburando la ghisa bianca si ottenne così l'"acciaio".[5]

---

[5] "Storia della Tecnica" vol. II, di U. Forti, UTET, Torino, 1974, pp. 146 152

A partire dall'applicazione dell'energia idraulica ai mantici – sotto l'urgere delle esigenze del feudalesimo e della cavalleria – i perfezionamenti tecnologici si susseguirono con ritmo incalzante: il "maglio", sollevato mediante una ruota idraulica e lasciato cadere su di un'incudine sulla quale era stato preventivamente disposto l'oggetto che doveva essere lavorato a temperatura adatta; la "macchina a pestelli", per frantumare minerali, costituita da un albero, anch'esso mosso da una ruota idraulica e portante delle palmole che sollevavano alternativamente i pestelli facendoli ricadere sul minerale messo in contenitori di pietra; la "mola", azionata sempre da una ruota idraulica, che serviva per molare, lucidare ed affilare.

Da questi progressi della metallurgia ne trassero beneficio principalmente gli eserciti. La maggior produzione di ferro, migliore ed a minor costo, consentì la sostituzione dei giachi di maglia con le corazze a piastre, l'affinamento delle spade, la sostituzione, nella balestra, dell'arco di legno o di corno, con acciaio flessibile e l'apparizione di nuove armi. In Italia venne prodotto il "roncone", una picca con all'estremità una lama tagliente terminante con un becco ricurvo e con un prolungamento a forma di spuntone e, alla base della lama, due denti aguzzi, e la daga a lingua di bue detta "cinquedea"(cinquedita) per la larghezza della lama: l'elsa era piegata ad arco verso il basso mentre l'impugnatura terminava con un elemento arcuato, spesso ricoperto di osso o avorio. Gli armaioli fabbricarono anche un nuovo e ingegnoso tipo di "tribolo" (già usato dai romani) per rallentare gli attacchi della cavalleria e della fanteria: era costituito da due pezzi di ferro intrecciati e saldati insieme, in modo che, comunque fosse stato gettato o lasciato cadere come sbarramento difensivo, tre delle sue punte aguzze avrebbero fatto sostegno alla quarta (Leonardo da Vinci progettò alcune macchine per seminare triboli).

Ma in due paesi, più che in ogni altro luogo, il progresso della tecnologia influenzò il modo di condurre la guerra: in *Svizzera* e in *Inghilterra.*

Nel XIII secolo la Svizzera era un feudo degli Absburgo d'Austria; nel 1291, gli abitanti dei tre cantoni di Schwytz, Uri e Unterwalden, duri montanari, si strinsero in confederazione e si ribellarono ai loro padroni. Dopo anni di guerriglia – durante i quali nacque la leggenda di Guglielmo Tell – nel 1315, un grosso corpo di cavalleria, agli ordini di Leopoldo III d'Absburgo, duca di Steiermark, marciò contro di loro per riprendere il controllo della regione. Il terreno, tutto di valli profonde e aspre e di elevate catene montuose, non favoriva certo le manovre della cavalleria. Ogni cantone fornì un contingente di milizia e tutti insieme affrontarono, a Morgarten, con spade, asce e *alabarde*, i cavalieri austriaci e li sconfissero conquistando la loro libertà. L'alabarda, che era praticamente l'arma nazionale svizzera, si rivelò un'arma micidiale. Consisteva di un'asta di legno forte, lunga circa 2 metri, all'estremità della quale era investita una parte metallica ordinariamente costituita da una lama larga, acuta e tagliente, guarnita nella sua parte inferiore di un ferro foggiato a forma di scure lunata con il taglio sporgente da un lato e a punta uncinata dall'altro: poteva essere usata come picca o per spaccare un elmo o una corazza, spezzare la lama di una spada o abbattere un cavallo con un solo colpo; con l'uncino poteva tagliare le corregge di una corazza o le bardature dei cavalli e far cadere il cavaliere.

Leopoldo III ci riprovò un'altra volta nel 1386, sul lago Sempach: gli svizzeri,

equipaggiati principalmente con alabarde, fecero un muro compatto contro il quale gli assalti dei fanti e dei cavalieri austriaci si infransero; sebbene a costo di pesanti perdite, gli svizzeri ottennero un'altra vittoria. Nel 1422, entrati in conflitto con il duca di Milano per il dominio della strada del Gottardo, si scontrarono ad Arbedo, presso Bellinzona, con il conte di Carmagnola, un condottiero al servizio del duca, che li accerchiò e li sbaragliò con una carica di fanti armati di una lunga lancia. Gli svizzeri superstiti ritornarono sui loro monti e decisero che la *picca*, combinata con l'alabarda, sarebbe stata la loro arma nazionale. La picca era un'asta di legno forte con all'estremità un'aguzza punta tagliente di ferro, lunga dai 5 ai 7 metri. L'esercito svizzero, da allora, fu costituito da compatte falangi di 6-8000 uomini che si schieravano in massa rettangolare, profonda da 20 a 50 uomini a seconda del terreno: al centro si trovavano i picchieri, sui fianchi gli alabardieri; il fronte della falange era così irto di picche impugnate dai ranghi compatti di uomini, impenetrabile eccetto che da armi similari o più lunghe. In attacco, la picca veniva tenuta un pò più alta della spalla con la punta leggermente abbassata: questa posizione permetteva un vigoroso colpo verso il basso e rendeva più difficile per l'avversario spingere in alto la punta della picca. In difesa, la linea frontale appoggiava il codolo inferiore della picca al terreno con la mano sinistra spinta in avanti sull'asta e la punta alzata all'altezza del petto; i quattro o sei ranghi posteriori mantenevano la posizione dell'attacco, i successivi tenevano le loro picche verticalmente, pronti ad avanzare per sostituire i caduti. Quando il nemico veniva indebolito dalla carica dei picchieri, interveniva la carica degli alabardieri.

Tutto ciò era ottenuto mediante un'eccellente organizzazione, un rigoroso addestramento e un ferrea disciplina. Nella metà del XIV secolo gli svizzeri furono conosciuti come le migliori truppe del mondo.

Nel XIII secolo, in Inghilterra, apparve "l'*arco lungo*", probabilmente di origine gallese: era fatto di olmo, nocciuolo e, più tardi, di tasso; lungo circa due metri, lanciava una freccia di circa 90 cm. Ben presto si dimostrò molto più efficace della balestra poiché era più leggero, aveva una gittata doppia di questa – circa 200 metri – ed una più rapida celerità di tiro, da 10 a 12 frecce al minuto. Nella battaglia di Crecy (1346) – durante la Guerra dei Cent'Anni – gli arcieri inglesi furono il nerbo di un esercito quasi tutto appiedato che terrorizzò e sconfisse la formidabile cavalleria francese.

L'alabarda e la picca svizzere e l'arco lungo inglese inferserо un duro colpo al prestigio della cavalleria che comunque rimase sempre un importante elemento degli eserciti appiedati e che riguadagnò una reale efficacia nel XVII secolo. La picca e l'arco lungo ebbero sostanziali differenze: l'arco lungo era essenzialmente un'arma individuale, così come individuale è l'abilità dell'arciere; il picchiere svizzero, se distaccato dalla sua formazione, era inutile e indifeso.

Tecnologia ed arte militare navale.

La "galea" – dal greco "galeos" (pesce spada) – rimase la nave da guerra classica della prima metà del secondo millennio, sebbene con diverse modifiche e perfezionamenti. La galea, tuttavia, s'impose anche come nave mercantile

e, dopo il 1000, tese ad aumentare in dimensioni e, per guadagnare spazio per il carico, tese ad eliminare i remi ed a contare per la propulsione esclusivamente sulle vele. Lo sviluppo della galea fu dovuto principalmente per l'uso mercantile e ne avvantaggiarono poi le marine militari. La stazza di queste navi si aggirava sulle 400 tonnellate e raramente, almeno nei primi secoli, le superarono; la lunghezza era di 45-50 metri e la larghezza sui 6-7 metri, le mercantili più tozze e panciute di quelle militari. Con le maggiori dimensioni, i remi a pala larga, fissati a poppa sulle fiancate, non furono più sufficienti per il governo delle navi; verso il 1200, i carpentieri introdussero il *timone*, costituito da una grande tavola piatta, più o meno sagomata, agganciata direttamente al dritto di poppa e azionata per mezzo di una barra. Il timone, prima usato per integrare i remi di governo piuttosto che per sostituirli, maturò completamente, migliorando le caratteristiche di manovrabilità e navigabilità di tutte le navi, specialmente di quelle più tozze, le cui possibilità manovriere, per la prima volta, incominciarono ad approssimarsi a quelle dei mezzi a remi alle stesse condizioni. In questo periodo, la distinzione fra navi da guerra e navi mercantili fu confusa. Dalle galee derivarono diversi tipi di navi: le mezze galee, quando erano sottili; galee bastarde, quelle più larghe e più grandi delle solite; galeazze, quelle robuste di ancor più grandi dimensioni; cocche e caracche; tipiche navi da trasporto.

Fra le navi di maggiori dimensioni, dall'XI secolo in poi, si annoverarono anche gli "usceri", detti così per gli sportelli o "usci" praticati nei fianchi specialmente per l'imbarco dei cavalli. Serviva al trasporto delle fanterie, di munizioni, di viveri e di macchine d'assedio. L'aumento di volume delle navi fu compensato dall'aumento della superficie velica e di conseguenza del numero degli alberi: si ebbero così, oltre all' albero principale – di maestra – quello di mezzana, di trinchetto e bompresso. Il maggior apporto all'arte marinaresca, sia militare, sia mercantile, fu dato dalle nuove città-stato che dettero vita alle Repubbliche marinare italiane: Amalfi, Pisa, Venezia e Genova che dovettero la loro ascesa all'abilità di costruire navi da guerra e da trasporto di diversi tipi per soddisfare tutte le esigenze e che conquistarono il controllo del mare. Furono loro che fornirono i mezzi di trasporto dei guerrieri in Terra Santa, sia noleggiandoli, sia partecipando direttamente. Tanto per citare un caso, durante la Quarta Crociata, i soli veneziani trasportarono in Terra Santa 4500 cavalli, 9000 scudieri e 20000 soldati dividendoli in 1202 navi.

La tattica nello scontro navale rimase sempre la stessa benché lo speronamento tendesse a declinare d'importanza di fronte al lancio di proiettili e all'arrembaggio. La guerra marittima portò principalmente a combattimenti di persone imbarcate su navi affiancate: per questa ragione le navi da guerra – ma anche quelle da carico, anch'esse spesso costrette a difendersi – furono dotate di piattaforme provvisorie costruite alle loro estremità e rialzate sopra a puntelli che sovrastavano i bordi della nave; queste piattaforme avevano delle protezioni laterali, intagliate, a formare una cinta merlata.

Sorsero così i castelli alle estremità dello scafo, che prima vennero prolungati in lunghezza e poi resi parte dello scafo, rivestendo di fasciame i puntelli che li sostenevano fino a che costituirono quelli che furono poi chiamati il "castello di prua" ed il "cassero di poppa", con ponti rialzati a prora ed a poppa e alloggi sotto gli stessi, caratteristiche queste che divennero comuni poi a tutte le navi

mercantili e militari, tranne che alle minori. Per la protezione del rimanente bordo della nave furono sempre più spesso usati degli scudi di legno, poi di metallo, chiamati "pavesi" dal nome della città di Pavia – dove sembra siano stati inventati – e ornati di stemmi di città o sovrani. Dopo il Medioevo, caduto l'uso di questi scudi, rimase quello di esporre lungo le fiancate o sui pennoni delle bandiere , con gli stemmi e gli emblemi di grandi personaggi che si trovavano a bordo o in segno di festa per le grandi ricorrenze. Da questo uso è nato quello, che ancora rimane in tutte le marine, di alzare ad un cavo che corre dall'estrema prora all'estrema poppa, passando per le cime degli alberi, tutte le bandiere di cui la nave dispone. Questa distesa si chiama "gran pavese" ed è simile per tutte le nazioni.

Senza scendere in particolari, per i quali rimandiamo il lettore a testi specifici, riteniamo opportuno accennare all'evoluzione nell'arte della navigazione. Pur restando i rilievi astronomici, la bussola, già introdotta nel Mediterraneo dagli arabi, fu resa praticamente utilizzabile dall'amalfitano Flavio Gioia. Inoltre, le rudimentali e poco affidabili carte nautiche furono sostituite da quelle, molto più progredite, prodotte principalmente in Italia e Spagna. Per adoperarle, i marinai adoperarono il righello per tracciare la rotta ed il compasso, anzitutto per determinare il parallelismo della rotta che interessava con uno dei raggi delle numerose rose segnate sulla carta e poi per segnare, sempre sulla carta, il punto stimato, ricavato dalla velocità della nave, dal tempo impiegato e dalla rotta seguita; il tempo veniva misurato con la clessidra, la velocità della nave veniva stimata ad occhio o mediante un corpo galleggiante gettato in mare e misurando il tempo che impiegava a percorrere una distanza fissa lungo la nave misurando i secondi a voce e con una semplice moltiplicazione. Ovviamente, tutte le misure prese per cause inerenti la navigazione furono ancora solo grossolanamente approssimate.

Combattenti medievali

Assedio di Rodi da parte dei Turchi

Capitolo II

LE PRIME ARMI DA FUOCO

Tecnologia ed arte militare terrestre.

Come abbiamo visto, i primi ad usare la polvere da sparo – proveniente, sembra, dalla Cina – furono i tartari e gli arabi con le loro "candele romane". Ma chi scoprì la sua notevole importanza fu il frate e filosofo scozzese Ruggero Bacone che ne trovò la ricetta nei trattati arabi che amava decifrare; non ne fu pertanto lo scopritore, come alcuni sostengono. Nel 1249, nel suo "De secretis operibus artis et naturae" scrisse: "Questa polvere viene posta in un recipiente di pergamena della misura di un dito. poiché se ne ricava una detonazione così forte da spaventare molto chi la ode, sopratutto se gli arriva di sorpresa, e anche la fiammata che se ne sprigiona è terribile, ne deduciamo che se si ricorresse ad uno strumento molto più grande il terrore prodotto dalla detonazione e dall'improvvisa vampa sarebbe insopportabile. L'esplosione sarebbe molto più violenta se lo strumento fosse di materia dura". Il monaco scozzese aveva scoperto il potere psicologico della polvere da sparo ma non le sue capacità di propellente. Dopo pochi anni, anche il domenicano tedesco, sant'Alberto Magno, descrisse la polvere da sparo; questa era una miscela, in proporzioni non ben definite ma, all'incirca del 70 per cento di polvere di carbone di legna, 15 per cento di zolfo e 15 per cento di salnitro (nitrato di potassio). Il carbone, polverizzato, veniva mescolato con zolfo in polvere: l'ingrediente critico era il salnitro, il cui ossigeno permetteva che le altre due sostanze bruciassero rapidamente anche se isolate dall'aria. La combustione, una volta messe insieme le tre sostanze, era praticamente istantanea: se avveniva in ambiente aperto non dava luogo che ad una fiammata brevissima, ma al chiuso produceva un'esplosione perché i gas prodotti sviluppavano forti pressioni per espandersi; questa espansione era quella che in seguito avrebbe spinto il proiettile fuori dalla canna di un'arma.

Il più antico documento sull'esistenza delle armi da fuoco è la cronaca di Forlì di Leone Cobelli: del 1281, Guido da Montefeltro, per difendere la città romagnola dai francesi al servizio del Papa "chiamò una squadra di fanti e una de balestrieri e scopitieri", termine quest'ultimo che indicava i soldati muniti di *schioppo*, cioè un'arma che produceva uno scoppio. Una descrizione dei primi schioppi si può ricavare dall'affresco dipinto da Paolo del Maestro Neri, tra il 1340 ed il 1343, nel monastero di San Leonardo in Lecceto (Siena). Queste armi consistevano in tubi non più lunghi di quaranta centimetri e di un calibro compreso tra i venti e i trenta millimetri, montati su aste lunghe un metro. Vicino all'estremità chiusa (culatta) della canna, era praticato un foro (focone), innescato con polvere da sparo, che comunicava con la cavità posta all'interno. Per sparare, lo schioppettiere impugnava con la mano sinistra l'asta vicino alla culatta te-

neola sotto l'ascella destra, mentre con la mano libera applicava il fuoco al focone mediante un ferro rovente o un carbone acceso stretto in una tenaglia. Mancando il calcio da spalla, comparso nel XIV secolo, il tiratore non assorbiva il rinculo con il suo corpo, ma lasciava scorrere l'asta sotto l'ascella destra piegando il braccio sinistro. I proiettili potevano essere non solo palle di ferro, piombo o bronzo, ma anche dardi. Questi schioppi non potevano essere usati nelle battaglie in campo aperto perché gli schioppettieri non potevano tirarsi dietro un fornello acceso per arroventare il ferro o tener pronte le braci; le armi da fuoco con accensione separata vennero quindi usate sopratutto dai difensori delle mura o da truppe d'assedio solidamente accampati intorno alle città.

Verso la metà del XIV secolo venne inventato un fusto o calcio per il controllo dell'arma, mentre la canna era appoggiata ad un paletto; comunque, il tiratore doveva guardare il focone per non sbagliare e bruciare la mano, di conseguenza non poteva guardare dove stava sparando e quindi non poteva prendere la mira.

L'efficacia dell'arma era ulteriormente compromessa dalla qualità della polvere durante il trasporto, il più pesante salnitro si depositava sul fondo mentre la più leggera polvere di carbone di legna rimaneva in superficie. Così la polvere doveva essere mescolata prima dell'impiego; ma anche con questo modo l'amalgama non era omogeneo e la combustione troppo lenta per poter provocare una pressione atta a lanciare un proiettile ad una certa distanza. Il problema della pressione fu risolto nel quindicesimo secolo con l'invenzione della polvere in grani che rese l'esplosione più uniforme e quasi istantanea. Con la nuova polvere, le prime armi da fuoco portatili ebbero una gittata potenziale di circa 200 metri ma efficace a 50. All'inizio, comunque, queste armi furono essenzialmente psicologiche, poco letali, ma il fragore, il fumo e la fiammata dell'esplosione erano utili per spaventare i cavalli della cavalleria. Molto più precisi e di maggior gittata erano le balestre e gli archi lunghi.

Nel XV secolo furono presi degli accorgimenti per rendere più sicura l'accensione e mirare più accuratamente aumentando l'efficienza dell'arma. Il focone fu ricavato sulla destra della canna e fu aggiunta una piccola sporgenza o "scodellino" per contenere l'innesco e rendere più certa l'accensione. Ma il più importante sviluppo fu l'introduzione di un "fiammifero" e di un dispositivo per manovrarlo. Il fiammifero era una cordicella, o trecciola strettamente attorcigliata, imbevuta di salnitro ed essiccata. Questa sempre accesa, (a meno di essere spenta dalla pioggia), dava fuoco all'innesco al momento dello sparo. Il primo dispositivo per manovrare il fiammifero fu una serpentina pivottante che si alzava o abbassava con la mano, ma questa fu presto collegata ad un grilletto che alzava la parte bassa della serpentina mentre la parte alta, che teneva il fiammifero con un morsetto, si abbassava nell'innesco. L'operatore poteva così mirare al bersaglio. Il calcio, accorciato e sagomato per essere appoggiato al petto o ad una spalla, aiutò il puntamento. Questo nuovo tipo di arma fu comunemente chiamato "*archibugio*".

L'archibugio pesava dai 5 agli 8 kg. e sparava una palla del peso di meno di 30 grammi, con una velocità iniziale di circa 250 metri al secondo, ad una distanza efficace di 100-200 metri. la sua celerità di tiro era molto bassa: circa due colpi ogni tre minuti era considerata molto buona. Nonostante le sue limitazio-

ni, per la prima volta, divenne un'arma da fuoco affidabile e creò anche un problema etico poiché il suo impiego era ormai più significativo del valore personale. Il nemico più formidabile era quello che impiegava armi più efficaci; se nobile o plebeo, coraggioso o no, importava poco. "La polvere da sparo – doveva scrivere più tardi Thomas Carlyle – uguaglia le stature".

Mutato così lo spirito stesso della guerra, veniva a cadere uno dei pricipi basilari del feudalesimo. Tramontava l'idea che la guerra desse luogo ad un confronto tra ardimento e ardimento, dove la Chiesa faceva da arbitro per incarico divino. La guerra si rivelava un mezzo per il raggiungimento di certi fini politici, idee e atteggiamenti cavallereschi diventavano inattuali.

L'evoluzione non fu facile. Ci furono numerosi grandi cavalieri che si sforzarono in ogni modo di impedirla per mantenere all'attività militare tutto il decoro di un tempo. Gianpaolo Vitelli, un condottiero italiano morto nel 1499, usava far accecare gli archibugieri catturati e far loro mozzare le mani. Baiardo, il cavaliere "senza macchia e senza paura", modello della cavalleria francese, quando poteva, li faceva mettere a morte. Ma il destino lo volle vittima di una pallottola di archibugio alla battaglia di Sesia. Forse colui che meglio espresse il sentimento dei cavalieri superstiti fu il guerriero Miguel De Cervantes, quando maledisse le armi da fuoco come "invenzioni del diavolo" col cui mezzo "una mano ignobile e vile" poteva "togliere la vita al più valoroso dei gentiluomini". Questo era il nodo critico della questione. Coraggio; istruzione nelle armi, nobiltà di nascita non bastavano più. Chi non avrebbe mai osato affrontare un cavaliere brandendo la spada, gli poteva sparare da dietro ad una siepe. "Era un mondo alla rovescia".[1]

All'archibugio seguì il *moschetto* a miccia, un'arma più pesante, con migliori proprietà balistiche, sviluppato dagli spagnoli e usato per la prima volta nelle guerre in Italia nel 1530 come arma da posizione difensiva. Aveva una canna più lunga e sparava una palla più pesante che poteva perforare le corazze e fermare le cariche della cavalleria. La canna più lunga e l'aumentata potenza gli diedero una velocità iniziale più alta e maggiore gittata che raggiungeva i 200 metri circa. benché gradualmente modificato e migliorato fino a sostituire l'archibugio, il moschetto rimase pesante e dovette essere impiegato con una forcella d'appoggio.

I moschetti, ovviamente, funzionavano soltanto in tempo asciutto e consumavano grandi quantità di miccia. Inoltre, la necessità di avere la miccia sempre accesa, prima e durante l'azione, creava dei problemi: non potevano essere usati di notte e talvolta facevano esplodere le munizioni trasportate dai singoli. Il tentativo di accendere la miccia prima dell'azione talvolta impedì alle truppe di sparare quando attaccate di sorpresa. Verso la metà del XIV secolo incominciarono ad essere fabbricate, in Italia, piccole canne a mano, fissate su piccoli scudi per riparare la mano ed alle quali si dava fuoco con una miccia; esse sostituivano in un certo qual modo il colpo di pugnale con un colpo a fuoco. Questi piccoli scudi con canna da fuoco – costruiti per la prima volta da un certo Enrico Stefano, armaiolo di Pistoia – vennero in principio detti "pugnali pi-

[1] H. L. Peterson: "Armi da fuoco nei secoli" – Mondadori, Milano, 1963, p. 26

stolesi"; in seguito, sostituito lo scudo con un'impugnatura, furono detti "*pistole*". Le prime, molto pesanti, erano lunghe circa 70 cm., ma sul finire del secolo XV la loro lunghezza si ridusse a 45-50 cm. La vera pistola non apparve che verso il 1530, con la classica forma di un piccolo archibugio con la dilatazione della bocca a forma di imbuto. La cassa in legno accompagnava la canna fino alla bocca; l'impugnatura, in principio, era ad angolo poco sentito, angolo che poi andò sempre aumentando. La pistola divenne l'arma della cavalleria insieme alla spada: i primi ad adottarla furono i "raitri", cavalieri tedeschi.

Il peso, la dimensione, la capacità e la velocità di tiro determinarono la *tattica* e furono da essa determinati. Quando l'uso delle armi da fuoco portatili divenne comune sui campi di battaglia, questi erano ancora dominati da due rivali sistemi d'urto, la picca della falange e la pesante cavalleria corazzata. Fu all'armamento difensivo della falange di picchieri e, indipendentemente, alla difesa delle trincee o fortificazioni, che le armi da fuoco diedero il loro principale contributo. A causa della loro mancanza di accuratezza; corta gittata, lenta celerità di tiro, peso e poca maneggevolezza, le prime armi da fuoco resero i soldati che le impiegavano più vulnerabili di quelli che usavano l'arco lungo e la balestra. Come queste armi, le prime armi da fuoco non vennero, in generale, impiegate individualmente. Esse sparavano salve di massicce formazioni, normalmente contro altrettanto massicce formazioni, con la speranza che qualche palle colpisse qualcuno. Quando usate così in massa a brevi distanze, la scarsa precisione era di minore importanza ed esse ottenevano una maggior letalità mediante la maggior potenza d'impatto e di penetrazione rispetto alle precedenti armi da lancio.

Incapaci di usare, nello stesso tempo, un'arma da fuoco ed una utile per il combattimento corpo a corpo, gli archibugieri ed i moschettieri rimasero ausiliari delle dominanti unità d'urto, separati ma non indipendenti e organizzati principalmente in formazioni affiancate a pesanti masse di picchieri. Eppure, i primi scontri fra l'archibugio e la balestra, lasciarono pochi dubbi sulla superiorità del primo in tutte le qualità che contavano sul campo di battaglia. Prima della metà del sedicesimo secolo, le armi da fuoco non superarono la letalità dell'arco lungo; quest'ultimo aveva ovvii vantaggi sulle rudimentali armi da fuoco del periodo, in precisione, gittata, rapidità di tiro, maneggevolezza, semplicità di costruzione. Le armi da fuoco avevano il vantaggio del più pesante impatto (inclusa la penetrazione) della palla in confronto alla freccia e della mancanza di necessità di un lungo addestramento poiché, in ogni caso, non potevano essere puntate con precisione. Con poco da scegliere fra le armi, non fu una sorpresa che l'arco lungo fosse lento a declinare.[2]

La letalità delle armi da fuoco portatili sui campi di battaglia del sedicesimo secolo fu limitata dal ruolo subordinato ed ausiliario nell'armamento e nella tattica del periodo. Per tutto il secolo, nonostante la sempre crescente proporzione dell'arma da fuoco sulla picca e il graduale perfezionamento della prima, la maggior parte delle battaglie fu decisa dallo scontro corpo a corpo con picche, lance e spade; come combinare l'arma da fuoco con la picca

[2] T. N. Dupuy: op. cit. pp. 96-97

in una singola arma fu il principale, irrisolto problema tecnico e tattico della fine del secolo. La tradizione rimase nemica del progresso tecnico.

Così gli svizzeri si limitarono ad affiancare i loro pesanti battaglioni con reparti di fanti armati prima di archibugi, poi di moschetti. Gli spagnoli costituirono delle ali sui fianchi della loro massa, accrescendo la proporzione degli archibugi o moschetti, serrarono i picchieri nel nucleo centrale della formazione, disponendo più righe e file di archibugieri e moschettieri tutt'intorno, pronti a ritirarsi nell'interno, passando fra gli intervalli dei picchieri al momento della carica.

La cavalleria non poté non preoccuparsi degli effetti delle armi da fuoco portatili che aumentavano sempre di più nei reparti di fanteria. Cercò, in un primo tempo, di difendersi con l'accrescere delle corazzature, aggravando il peso sul cavallo e rallentandone sempre più l'andatura. Si tentò di sfruttare l'effetto delle armi da fuoco come preparazione dell'urto frammischiando reparti di archibugieri a squadroni di cavalleria; in questo modo, però, la cavalleria, per adeguare il suo movimento a quello dei fanti, cessava di essere mobile, mentre la fanteria, appena la cavalleria si muoveva, rimaneva scoperta e senza appoggio.

Le prime armi da fuoco veramente efficaci, molto più degli schioppi e degli archibugi, furono le *bombarde*, che si ritiene siano comparse successivamente. La bombarda (il termine "*cannone*" è di derivazione francese), differiva dallo schioppo, oltre che per le dimensioni ovviamente maggiori, sopratutto per l'affusto, cioè il sistema d'appoggio o di trasporto su cui veniva incavalcata. La più antica raffigurazione conosciuta di un cannone si trova in un manoscritto miniato destinato all'istruzione del giovane re Edoardo III d'Inghilterra, il "De officis regum" di Walter de Milemete. Insieme a molti buoni consigli sull'arte di regnare, il libro conteneva anche l'illustrazione a colori di una bocca da fuoco: la canna aveva la forma di un grande fiasco dal collo svasato, adagiato su di un lungo tavolo a quattro gambe: nella parte panciuta, verso l'alto, si trovava il focone cui un soldato in corazza e maglia stava avvicinando un gancio con un tizzone acceso; probabilmente, malgrado la forma esterna svasata, l'anima del pezzo era cilindrica.

Non c'era traccia di un qualsiasi sistema di fissaggio tra la canna ed il tavolo-affusto. Un altro particolare interessante era il proiettile: anzichè di una palla, si trattava di un grosso dardo con la testa a quattro facce come il normale quadrello da balestra, probabilmente tutto in ferro.

Le prime bombarde dovevano essere state montate su tavole o cavalletti: probabilmente, per effetto del rinculo, si rovesciavano e dovevano essere laboriosamente rimesse in batteria. Per facilitarne il trasporto vennero in seguito montate su carri a due ruote e venne naturale sfruttarne il timone come terzo punto d'appoggio, che divenne così la coda dell'affusto; le ruote risolsero non solo il problema del trasporto ma anche quello della rimessa in batteria dopo il rinculo che faceva arretrare il cannone lungo una direzione unica e più controllabile.

Le canne delle bombarde erano generalmente di bronzo o di ferro fuso, ma non mancarono esperimenti fatti con doghe cerchiate, lamiere avvolte, camera di scoppio e anima di diversa sezione. Fra i primi a realizzare queste armi in metallo fuso furono i fonditori italiani. Documenti riportano la loro presenza a Firenze nel 1325, in Val d'Aosta nel 1346 e a Bologna nel 1397. Per un'ironia del

destino, coloro che realizzarono queste armi furono quelli che unici conoscevano l'arte della fusione dei metalli e che fino ad allora avevano lavorato per il più pacifico degli scopi e cioè i costruttori di campane: la primitiva forma delle bombarde si avvicinava infatti moltissimo a quella delle campane. Questa tecnologia comportava la colata del metallo fuso in stampi di argilla consistenti di un'anima e di una staffa esterna; lo stampo veniva abbassato in una fossa di colata: il metallo fuso veniva fatto colare dalla fornace nello stampo e, dopo che il metallo si era raffreddato, lo stampo veniva spaccato. Così ogni cannone era un prodotto singolo, come una scultura, alla quale assomigliava per le sue decorazioni. La qualità del cannone dipendeva dall'abilità del fonditore. Dopo la rottura dello stampo, il pezzo fuso veniva scavato da un utensile montato su di una lunga asta azionata da una ruota idraulica: poiché l'asta era fissata ad una sola estremità, la scavatura era frequentemente poco accurata. Inoltre, il processo di scavatura non poteva rimediare i difetti del pezzo originale stampato. Un cannone veniva messo in servizio se passava alcune prove che consistevano in un esame visivo, in colpi di martello e in esplosioni di cariche sempre più potenti fino ad arrivare alla potenza della carica di lancio del proietto.[3]

Le bombarde del tardo XIV secolo spararono pietre tonde di grandi dimensioni e peso, ma queste scomparirono gradualmente e vennero sostituite da proietti di ferro che non si frantumavano quando colpivano le mura. Prima della fine del secolo furono fatti i primi tentativi di costruire palle cave che venivano riempite d'esplosivo e fornite di una miccia; in seguito vennero sperimentate anche le "palle incatenate", due palle unite insieme da una catena e sparate da un singolo cannone. Dato l'immenso peso, anche dei cannoni, il loro uso principale fu nella guerra d'assedio e con il tempo incominciarono a declinare. Benché Gustavo Adolfo avesse inventato il "cannone di cuoio", in effetti un cannone da tre libbre con cilindri di ottone ricoperti di cuoio, abbastanza piccolo da essere maneggiato sul campo di battaglia, contò ancora per le operazioni d'assedio su di un ingombrante "spaccamura" che sparava palle da 25 kg.

Nonostante l'apparizione delle bocche da fuoco, fino al XV secolo rimase in uso il "*trabocco*" (o trabucco), proveniente dall'est: una macchina che sfruttava la forza di gravità per lanciare pesanti proietti e consisteva di un lungo braccio mobile fissato su di un supporto e con ad una estremità una grossa fionda e all'altra un contrappeso; il braccio veniva abbassato mediante un verricello e veniva trattenuto da un congegno a scatto; si caricava la fionda, poi si liberava di scatto il braccio, il contrappeso cadeva facendo ruotare il braccio liberando la fionda e scagliando il proietto. Leonardo, oltre ai cannoni, disegnò anche dei trabocchi.

Un cannone particolare e leggero, che però non ebbe molto seguito fu il "ribadocchino", usato per la prima volta da Edoardo III d'Inghilterra nel 1339. Era un'arma da fuoco a tiro multiplo, antenata della mitragliatrice: un numero imprecisato di canne erano fissate insieme in parallelo con tutti i foconi sulla stessa fila; bastava passare il ferro rovente o il tizzone acceso sulla serie di foconi perché i colpi partissero uno dietro l'altro.

---

[3] id. id. p. 98

L'adozione delle armi da fuoco portatili e delle artiglierie influì notevolmente sull'*organica* delle formazioni da combattimento. Dall'impiego di pesanti masse inorganiche, a partire dal 1500, si passò gradatamente al frazionamento degli eserciti in grossi blocchi che presero il nome di "avanguardia", "battaglia" (da qui l'origine della parola "battaglione") e "retroguardia". Tali frazioni della massa, in conseguenza della loro pesante composizione poco articolata e poco idonea a manovrare, ripetevano le caratteristiche della falange ed erano particolarmente vulnerabili all'artiglieria. Data la ancora scarsa efficacia delle armi da fuoco portatili, la grande maggioranza della fanteria era costituita da picchieri ed alabardieri. Soltanto verso la metà del 1600, gli armati di armi da fuoco superarono il numero dei picchieri e li fecero scomparire definitivamente nel primo decennio del 1700, quando sui fucili venne inastata la baionetta apportando una determinante semplificazione nell'armamento della fanteria ed una notevole modifica nelle tecniche di combattimento.

I primi a snellire le formazioni furono gli spagnoli. Nel 1505 re Ferdinando II d'Aragona creò venti unità chiamate "colunelas" (colonne) ognuna delle quali consistente di 1000-1200 uomini, fra picchieri, alabardieri e archibugieri, ed organizzata in cinque compagnie. Questa fu la prima formazione tattica basata su di una coerente teoria di impiego delle armi che apparve in Europa occidentale dal declino della coorte romana. La "colunela" fu la genesi del moderno battaglione e del moderno reggimento. Era comandata da un "cabo de colunela"(capo di colonna) o "colonel". I francesi copiarono subito il valido concetto di "colunela" ed adottarono anche il grado militare che persiste attualmente in tutti gli eserciti.

Negli anni che seguirono, gli spagnoli svilupparono un'unità maggiore, chiamata "tercio", formata da tre "colunelas". Il "tercio" o "quadrato spagnolo" era costituito da soli picchieri ed archibugieri; questa formazione, come l'antica legione romana; divenne l'unità fondamentale dell'esercito, una formazione permanente con una precisa e fissa catena di comando, abbastanza grande e diversificata da svolgere operazioni indipendenti.

La cavalleria, a partire dalla Germania, fu ordinata in reggimenti che si dividevano in unità amministrative chiamate "cornette", di 100-120 cavalli; sul campo, raggruppamenti di 3-5 cornette presero il nome di "squadroni". Nel 1600 i cavalieri, che abbandonarono la lancia, salvo qualche reparto in Spagna e Polonia, si distinsero in pesanti e leggeri (questi ultimi assunsero nomi diversi): i pesanti, coperti di ferro e armati di spada e due pistole; i leggeri, meno corazzati, armati di spada, due pistole e moschetto. La cavalleria adottò, sempre a partire dalla Germania, una nuova tattica detta "caracollo", che veniva attuata in due modi basilari. In ambedue i casi i cavalieri erano ordinati in una profonda colonna: galoppavano contro il nemico e le pistole venivano scaricate dalle file o dalle righe. Nel primo caso, i capi fila sparavano e poi si ritiravano in retroguardia imitati dai cavalieri che seguivano; nel secondo caso la colonna presentava il suo fianco destro al nemico ed i cavalieri di questa riga sparavano con la pistola nella mano destra, dopodiché la colonna invertiva la direzione e la riga sinistra sparava con la pistola nella mano sinistra. La spada veniva usata in caso di contatto diretto con l'avversario.

Dall'inizio del 1500, diversi sovrani europei mantennero un certo numero di

unità permanenti come nucleo degli eserciti da radunare in caso di guerra e formati da milizie poco addestrate e da mercenari, in particolare picchieri e archibugieri svizzeri e lanzichenecchi tedeschi. L'unico esercito regolare, costituito da regolari nazionali, fu lo svedese, con il quale i re Vasa portarono il loro paese ad un secolo di grande potenza.

Sul finire del secolo, anche Maurizio di Nassau, in Olanda, reclutò un esercito regolare: per affrontare la sempre crescente minaccia spagnola, Maurizio arruolò soldati regolari a lunga ferma ed impose loro la più ferrea disciplina, mai vista in Europa dai tempi dei romani. Grazie alla rapida espansione del commercio olandese, fu in grado di pagare i suoi soldati bene e puntualmente; il risultato fu un esercito professionale, altamente disciplinato, omogeneo e responsabile.[4]

Complessivamente, le nuove tecnologie delle armi da fuoco, archibugi, moschetti, pistole, artiglierie, rivestirono un importante ruolo nell'evoluzione dell'organica e della tattica; in particolare, la tattica seguì quasi sempre il medesimo schema: la battaglia veniva aperta con la cavalleria per costringere la fanteria nemica a formare falangi o quadrati, poi interveniva l'artiglieria per spezzare questi quadrati; in seguito, la fanteria si lanciava contro l'avversario indebolito ed infine la cavalleria, di nuovo, per dare il "colpo di grazia". Soltanto la logistica rimase più o meno quella dei secoli precedenti: al seguito degli eserciti vi furono sempre lunghe colonne di carriaggi – trainati da buoi o cavalli – per il trasporto di munizioni ed equipaggiamenti, mentre i viveri vennero procurati mediante saccheggi dei territori attraversati.

Dove, tuttavia, la polvere da sparo provocò effetti rivoluzionari, fu nella *fortificazione* e nella *guerra d'assedio*. Le mura che circondavano i castelli medioevali non erano idonee a resistere al fuoco dell'artiglieria. Poiché erano molto alte per opporsi alle scalate, presentavano eccellenti bersagli; esse erano progettate per resistere ai colpi degli arieti e perciò erano frequentemente di spessore inferiore nella parte alta rispetto alla base. Un assediante che conosceva il suo mestiere poteva quindi usare la sua artiglieria per far cadere la parte alta delle mura su quella più bassa e creare così un passaggio per l'assalto. Una volta disponibile un metodo efficace per creare una breccia, attraversare il fossato che proteggeva la maggior parte dei castelli divenne molto più facile poiché poteva venir colmato dalle rovine delle stesse mura. Infine, poiché le mura perimetrali erano alte e strette alla sommità, i cannoni per la loro difesa potevano venir usati soltanto con grande difficoltà.

Gli ingegneri militari dedicarono la loro attenzione al problema creato dalla sempre crescente possibilità dell'artiglieria di demolire le mura delle città e dei castelli. Inizialmente svilupparono i primi elementi di un nuovo sistema che applicarono al rinnovamento delle vecchie fortificazioni ed alla costruzione di nuove. Per proteggee le mura dall'artiglieria allargarono ed approfondirono il fossato a sua volta protetto da una controscarpa dove pezzi leggeri d'artiglieria potevano essere piazzati oltre il fossato per mantenere a distanza i grossi can-

[4] per i dettagli sulla dottrina e l'addestramento dell'esercito olandese vedi: E. Cecchini: "Le istituzioni militari" Ufficio Storico SME, Roma, 1986 pp. 51-58

noni d'assedio. Per fornire un aperto campo di tiro ai cannoni leggeri ed alle armi portatili dei difensori, la terra scavata dal fossato fu sparsa di fronte al muro della controscarpa per creare una terrazza gradualmente declinante che complicò ulteriormente il compito degli attaccanti per effettuare un fuoco efficace contro i difensori della controscarpa.

Tuttavia, fu l'architetto ed umanista italiano Leon Battista Alberti il primo a fornire la risposta corretta al cannone. Nel suo trattato "De re aedificatoria", sostenne che le fortificazioni difensive sarebbero state più efficaci se "costruite in linee irregolari come i denti di una sega" e avanzò anche l'ipotesi che la configurazione a stella potesse essere la migliore. Anche altri ingegneri italiani come Antonio Sangallo e Michele di Sanmicheli lavorarono intensamente per trovare una soluzione permanente. Così, intorno al 1520, emerse il cosiddetto tipo di fortificazione "italiana", una rivoluzionaria innovazione che ebbe l'effetto di rafforzare enormemente la difesa. Per prima cosa si abbassarono e si rinforzarono le mura sulle quali si ricavarono solide piazzole per pesanti bocche da fuoco; ciò peraltro comportava che i difensori, sebbene meglio protetti dal bombardamento, non potevano più sorvegliare il terreno immediatamente sottostante divenendo così più vulnerabili agli attacchi di sorpresa. Era quindi necessario un efficace fuoco dai fianchi, e questo poteva essere solamente fornito costruendo dei torrioni che si proiettavano ad angolo oltre le mura, muniti di bocche da fuoco in grado non solo di infrangere qualsiasi attacco alle difese principali, ma anche di tenere a bada l'artiglieria d'assedio nemica e di coprire gli angoli morti intorno ai bastioni limitrofi.

Anche se furono tentati numerosi progetti alternativi, si trovò che la costruzione di bastioni angolati quadrilateri, posti ad intervalli regolari lungo la cortina, offriva il sistema migliore di campi di fuoco a sostegno incrociato. Gli ingegneri militari, già buoni matematici, studiarono razionalmente i problemi del tiro fiancheggiante per determinare geometricamente gli elementi del tracciato, allo scopo di poter battere, da due o più direzioni diverse, il piede delle mura, i fossati ed il terreno oltre gli spalti.

Per la difesa esterna del fossato, alla controscarpa o al di fuori di essa, furono aggiunte delle ridotte o dei bastioni triangolari staccati; inoltre, nelle aree nei pressi delle mura, furono costruiti dei fortilizi esterni (della stessa pianta stellare ma più piccoli di quelli principali) per tenere a bada forze nemiche di minore entità e al tempo stesso dominare i villaggi dai quali dipendeva la guarnigione principale per le vettovaglie.

Le nuove fortificazioni portarono a seri sforzi per migliorare le tecniche d'assedio ed adattarle ai nuovi problemi. La soluzione più ovvia al problema posto dalla controscarpa, dai bastioni secondari e dalla potenza dell'artiglieria difensiva, fu di trovare un metodo relativamente sicuro per portare l'artiglieria e le armi portatili abbastanza vicino alle mura per rendere più efficace il loro tiro. Il vecchio apparato di coperture e di torri d'assedio era totalmente inefficiente contro le armi da fuoco difensive. Gli attaccanti, di conseguenza, decisero di trincerarsi. Prima della fine del XVI secolo fu perciò sviluppato il concetto di trinceramenti d'approccio. Sotto la protezione di cannoni a più lunga gittata, veniva scavata una prima linea di trincee parallela alle mura e di fronte ad un punto presumibilmente vulnerabile delle difese e fatti avanzare i cannoni, spesso

protetti da strutture di vimini riempite di terra; dopo di che veniva iniziato un massiccio bombardamento per scacciare i difensori dal settore antistante le mura e consentire agli attaccanti di spingersi verso la fortezza scavando trincee a "zig-zag". Questo processo veniva ripetuto fino a quando il fuoco dell'artiglieria e della fanteria poteva sopraffare i difensori della controscarpa e delle fortificazioni esterne. Di nuovo, poi, i grossi cannoni venivano portati avanti per concentrare il loro fuoco sulle fortificazioni principali. Questo processo fù poi altamente perfezionato, come vedremo, dall'ingegnere militare francese Vauban.

Fu un lungo, laborioso, costoso e sanguinoso processo, quasi proibitivo, contro vigili e attivi difensori. Una fortezza del XVI secolo, se dotata di magazzini di viveri e munizioni, era quasi inespugnabile come i castelli del XIII secolo. Spesso, la cattura di una roccaforte richiedeva mesi, se non anni, ed una catena di opere d'assedio doveva essere costruita ed armata fino a quando i difensori erano costretti alla resa per fame o le trincee venivano fatte avanzare sufficientemente vicino alle mura per permettere il bombardamento a breve distanza e un assalto, oppure si scavavano delle gallerie sotto un bastione dove poter posare le mine.

Poiché una fortezza – o una città fortificata – pesantemente difesa e sostenuta da punti fortificati minori nelle sue prossimità, era troppo pericolosa per essere lasciata alle spalle da un esercito avanzante, doveva essere espugnata a tutti i costi. Per questa ragione, le battaglie campali divennero irrilevanti in tutte le zone dove erano state erette nuove fortificazioni.

Le nuove tecniche di difesa delle fortezze, e i processi d'assedio per affrontarle, stimolarono notevolmente la tecnica della fortificazione campale, abbandonata in Europa dai tempi di Roma.

Tecnologia ed arte militare navale.

Il XVI secolo fu testimone di una rivoluzione senza precedenti nella condotta di guerra navale. La tattica era cambiata di poco fra la battaglia di Salamina e quella di Lepanto: le fragili galee non erano molto differenti da quelle usate dai romani nelle guerre puniche. L'obiettivo del combattimento era sempre stato lo speronamento o l'abbordaggio della nave nemica; soltanto a Lepanto, alcune galee cristiane avevano cinque piccoli cannoni montati a prora, mentre le più piccole galee turche ne avevano appena tre. Ma l'era della galea, dopo aver raggiunto il suo apice sotto tre dei più abili ammiragli della storia, Khair ed-Din, Andrea Doria e Giovanni d'Austria, declinò rapidamente. La galea continuò ad operare nel Mediterraneo ancora per più di un secolo, ma servì puramente come ausiliaria di più grandi navi da guerra a vela, l'era delle quali iniziò quando fu realizzata e sfruttata la potenzialità delle artiglierie navali. Nel XV secolo si erano affermate due navi esclusivamente a vela, la *caravella* e la *caracca*: la prima era un bastimento da 60 e più tonnellate che si distingueva per i suoi due, tre o quattro alberi con le vele latine disposte di taglio e che poteva essere pontato o non; la caravella più grande era pontata e poteva imbarcare cannoni; la caracca – eliminati i remi – era una nave più larga, pontata, con un castello di prua piuttosto alto ed un altissimo castello di poppa, aveva tre o quattro alberi

con vele quadre ed era idonea al trasporto ed alla guerra se sul ponte erano montati cannoni. Questi furono i primi bastimenti in grado di affrontare gli oceani: Colombo, nel suo storico viaggio verso le Americhe, dispose di una caracca, la "Santa Maria" e di due caravelle, la "Pinta" e la "Nina".

All'inizio del XVI secolo, un certo Descharges, carpentiere navale di Brest, inventò il "portello", un'apertura sulla fiancata della nave, protetta da un portello incardinato, che facilitava lo stivaggio delle merci. I costruttori navali inglesi, spinti dalla decisione di Enrico VI di montare grossi cannoni sulle sue navi, si appropriarono dell'idea che permise loro di installare delle artiglierie le quali potevano sparare dai ponti inferiori del bastimento. Nacquero così le batterie di murata, scomparvero definitivamente, i remi e vennero aumentate le velature. Si realizzarono così due elementi tecnico-costruttivi esattamente all'opposto delle navi a remi che avevano le armi a prora e l'elemento propulsore principale sui fianchi: la nuova nave aveva invece l'elemento propulsore lungo l'asse della nave, costituito da una serie di alberi che sostenevano le vele, e l'armamento sui fianchi. Questa nave venne chiamata "galeone" e offrì la possibilità di combattere da lontano con le artiglierie e di compiere viaggi a lungo raggio della durata di mesi purchè portasse sufficienti provviste alimentari non deperibili. Di norma, il galeone era lungo intorno ai quaranta metri e largo intorno ai nove; la sua mobilità utile era, in media, dell'ordine di 50 miglia al giorno. Questo bastimento modificò completamente sia la tattica sia la strategia navali. Mentre gli spagnoli continuarono a considerare le navi come fortezze galleggianti che trasportavano una guarnigione di soldati, gli inglesi coltivarono e perfezionarono la tecnica della navigazione a vela, delle manovre per il combattimento a distanza e del maneggio delle artiglierie, considerando l'abbordaggio, affidato ad un piccolo contingente di fanti di marina, una fase finale, e non indispensabile, dello scontro. La tecnica di combattimento adottata dagli inglesi diede loro un netto vantaggio sulle flotte delle altre nazioni. Lord Drake fu probabilmente il più responsabile fra gli uomini di mare inglesi ad aver iniziato quella catena di eventi che doveva portare l'Inghilterra alla supremazia sui mari. Il miglior esempio dei vantaggi della nuova tattica inglese fu la sconfitta della "Invencible Armada" di Filippo II di Spagna, comandata dal duca di Medina Sidonia, da parte della flotta di Elisabetta I d'Inghilterra, comandata da lord Howard di Effingham (1588).

Il galeone inglese era armato con 30-40 cannoni di vario tipo: i più pesanti, piazzati sul ponte inferiore, sparavano una palla del peso di 18 libbre; sul ponte di coperta si trovavano pezzi più leggeri che sparavano palle di 10 libbre circa; sui castelli di prora e di poppa, piccoli cannoni su affusto girevole lanciavano palle da 3 libbre. I pesanti cannoni, sistemati sui fianchi della nave, con pareti molto spesse per consentire l'uso di cariche più grandi ed ottenere quindi maggior potenza e gittata, sparavano simultaneamente da uno dei lati: questa tattica -la "bordata" – divenne il modello fondamentale della guerra sul mare per i tre secoli successivi.

Un evento che, se non fosse rimasto isolato, avrebbe potuto rivoluzionare ancor più decisamente il settore navale, fu la costruzione delle prime navi corazzate, realizzata dall'ammiraglio coreano Yi Sung Sin. Questo ammiraglio, rimasto praticamente sconosciuto, verso la fine del XVI secolo, ottenne due gran-

di vittorie sulla flotta giapponese, vittorie che salvarono la Corea, e probabilmente la Cina, dalla conquista degli uomini del Sol Levante, modificando così il corso della storia. Gli strumenti di queste vittorie furono alcune navi da guerra corazzate, che lo stesso ammiraglio progettò, costruì e impiegò in battaglia. Le "navi testuggine" di Yi, erano delle galee a remi coperte completamente da una calotta di lamiera di ferro irta di lunghi aculei per impedire l'abbordaggio, dotate di grossi speroni di ferro ed armate con diversi cannoni che sparavano attraverso dei portelli ricavati nella corazza. Altre feritoie consentivano agli arcieri di lanciare frecce incendiarie verso le vele, il sartiame e gli scafi di legno delle navi nemiche. Yi morì al momento della sua vittoria finale: con lui scomparve la nave corazzata che ricomparve soltanto più di due secoli dopo, durante la Guerra Civile americana. Per quanto riguarda la strategia, le potenze marittime, Portogallo, Spagna ed Inghilterra, istituirono basi navali in tutti gli oceani per poter difendere gli interessi economici nazionali che incominciavano ad espandersi in tutto il mondo.

Fra gli altri, due particolari perfezionamenti segnarono un grande progresso nelle *tecnica della navigazione.* All'inizio del XV secolo le *bussole* incominciarono ad essere montate su sospensioni cardaniche. Un pò più tardi, verso la fine del secolo, fece la sua comparsa, nel mortaio della bussola, la "linea di fede", una breve linea verticale che, quando la bussola era nella sua chiesuola, si trovava esattamente sul piano diametrale della nave. La coincidenza della linea di fede con una quarta della rosa della bussola indicava la rotta per cui governare. La linea di fede, che divenne per le generazioni che seguirono parte familiare della bussola, come la rosa stessa, indicò l'aumento delle dimensioni e la maggior complicazione delle navi, per cui il timoniere poteva trovarsi impossibilitato a vedere e a traguardare gli alberi della nave o il dritto di prora con la quarta della bussola per cui intendeva governare; con ciò, un elemento di precisione stava inserendosi nella tecnica del navigare.

Fu soltanto verso la fine del XVI secolo che si trovò un metodo per misurare la velocità della nave un pò migliore della stima ad occhio o mediante un corpo galleggiante gettato in mare. Il metodo si basò su di un nuovo strumento: il *solcometro a barchetta.*

Questo passò attraverso parecchie versioni e nella sua ultima forma costituì un mezzo per determinare con buona precisione la velocità dei bastimenti a vela. La barchetta era costituita da una tavoletta di legno opportunamente zavorrata in modo che galleggiasse in posizione verticale offrendo una certa resistenza all'acqua; era collegata ad una sagola gettata in mare di poppa e la sagola era lasciata scorrere per un certo intervallo. Poi la sagola veniva recuperata e la lunghezza che era passata in mare veniva misurata in braccia, supponendo che un braccio equivalesse alle due braccia umane distese.

Era un sistema un pò rozzo che venne successivamente migliorato. Fu impiegata una clessidra della durata di mezzo minuto, detta "ampollina" o "ampolletta" per misurare il tempo e la sagola fu annodata ad intervalli di sette braccia, pari a mt. 12, 80. Direttamente alla barchetta fu fissata una sagola senza nodi, lunga 20-30 braccia, in modo che la barchetta si trovasse in acqua non perturbata nella scia della nave quando si incominciava a misurare la velocità, cioè quando incominciava a passare il primo nodo fuori bordo. Il numero dei nodi

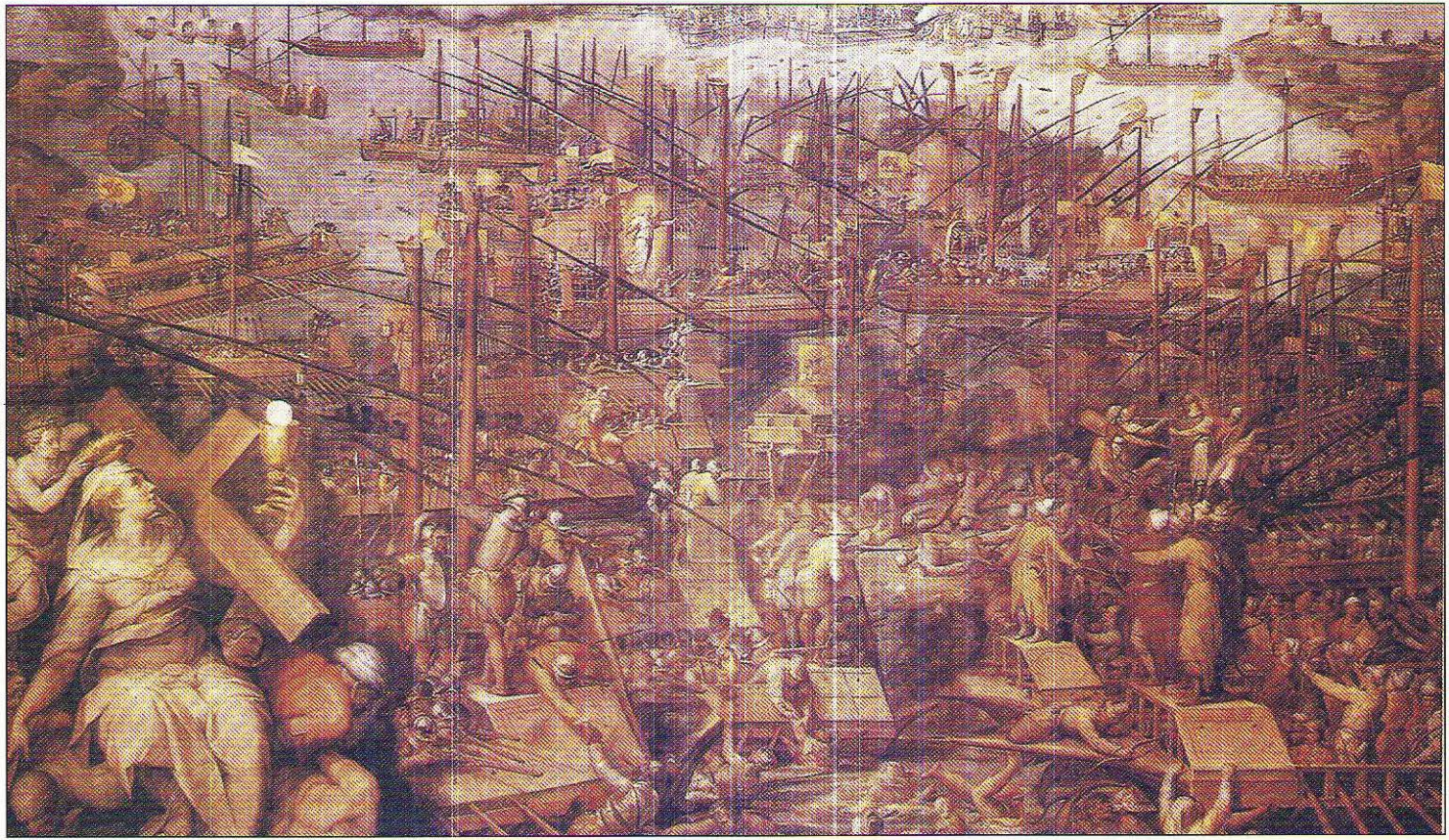
che scorrevano fuori bordo durante il periodo di tempo prestabilito era considerato uguale alla velocità della nave in miglia all'ora, in cui un miglio marino corrispondeva alla lunghezza di un primo di latitudine. In seguito, la distanza fra i nodi fu portata a mt. 14, 40 usando una clessidra di 28 secondi, il che rappresentò la giusta proporzione per un miglio marino di mt. 1804 (media della lunghezza della sezione terrestre lungo un meridiano all'equatore ed ai poli). Tuttavia, mentre i naviganti stavano gradualmente adattandosi al metodo, rimaneva il fatto che la velocità di una nave, come del resto la sua rotta, per un certo periodo di tempo non era mai costante. Nel primo quarto del XVII secolo, alcune tavolette delle rotte avevano anche uno speciale spazio per inserirvi delle cavigliette che indicavano la velocità per ogni mezz'ora della durata della guardia: le velocità si desumevano dal solcometro a barchetta secondo intervalli più lunghi, forse due ore.[5]

Un altro problema dei naviganti era sempre stato quello delle mappe marittime: derivante dal "periplus", il portolano medioevale consisteva di una serie di direzioni scritte di navigazione che elencavano rotte, ancoraggi e porti. Dopo il 1400, al testo fu allegato un rozzo schizzo che indicava la costa e dava la posizione dei porti; in seguito i portolani riportarono anche i cosiddetti "lossodromi", linee emanate dalla rosa dei venti che fornivano una serie di rotte. Il navigatore doveva decidere quale dei lossodromi correva parallelo alla rotta che egli doveva percorrere dal suo punto di partenza alla sua destinazione.

I primi disegnatori di vere e proprie *mappe marittime* furono gli italiani, gli spagnoli e i portoghesi; ma il più grande cartografo del tempo fu Gerhard Kremer Mercatore, fiammingo di origine tedesca che, nel 1569, stese la prima grande carta dei mari del mondo, nellà quale si servì della proiezione con i paralleli ed i meridiani ad angolo retto che porta il suo nome.

[5] D. Phillips-Birt: op. cit. pp. 161-163

Archibugi e Bombarde d'assedio



Battaglia di Lepanto

PARTE
TERZA

FUCILI, BAIONETTE, CANNONI E VAPORE
(Dal 1600 al 1800)

FUCILI, BAIONETTE, CANNONI E VAPORI

Tecnologia ed arte militare terrestre

Nel XVII secolo si completò la transizione fra il Medioevo e l'Era Moderna per quanto riguarda la tattica, l'armamento e l'organizzazione. All'inizio del secolo, il moschetto e la picca erano ancora rivali complementari e, nonostante il frazionamento degli eserciti in grossi blocchi, le formazioni tattiche non differivano molto dalle antiche falangi, i cavalieri corazzati non avevano ancora accettato il fatto che la polvere da sparo aveva inferto un duro colpo alla cavalleria, e l'artiglieria era praticamente semiimmobile. Alla fine del secolo la picca era praticamente scomparsa, la fanteria combatteva in formazioni lineari e l'artiglieria, ormai mobile, era diventata un'importante arma in coordinazione con la fanteria e la cavalleria. Inoltre, incominciarono ad apparire gli eserciti permanenti con un'organizzazione ed una catena gerarchica.

Nel campo delle armi portatili – archibugi e moschetti – una decisiva innovazione nel sistema di sparo eliminò la necessità di tenere acceso un fuoco permanente. Si sfruttarono pertanto due modi già noti di ottenere scintille per accendere il fuoco: o facendo strisciare del materiale piroforico (pirite, lega ferro-antimonio)su di una superficie rugosa di ferro, oppure facendo battere una pietra dura (silice piromaca) contro un pezzo d'acciaio detto "acciarino". Da questi due metodi derivarono due sistemi di accensione per le armi da fuoco portatili che vennero chiamati, in generale "*archibugio a ruota*" e "*archibugio a pietra*".

Nel primo, il congegno di accensione era costituito principalmente da una "ruota" o disco a periferia scabra. In questa periferia scabra appoggiava, sotto la pressione di una molla laminare, un "cane", leva imperniata ad una estremità e recante all'altra estremità un morsetto a vite in cui era serrato un pezzo di pirite. Abbassato il cane, la pirite appoggiava, con una certa pressione trasmessa dalla molla, sulla periferia scabra del disco. Il disco poteva ruotare di una frazione di giro a opera di un perno quadro sporgente e della relativa chiavetta separata dall'arma. Ruotando il disco per il tramite di una catenella fissata da un estremo al suo albero e dall'altro ad una branca di un forte "mollone", comprimeva il mollone stesso; ad un certo punto, un piolo, collegato a una leva imperniata sulla cartella, entrava in un foro del disco e faceva da arresto.

Caricata la canna e riempito lo scodellino – pieno di polverino da sparo – che era di fianco alla ruota, quando, per mezzo del grilletto, si faceva uscire il piolo d'arresto dalla ruota questa, richiamata dal mollone attraverso la catenella, girava rapidamente: dalla pirite sprizzavano scintille che andavano ad investire lo scodellino, l'innesco si accendeva e propagava il fuoco alla polvere. Nell'archibugio a pietra, invece, vi era un cane, anch'esso imperniato ad un'estremità e recante dall'altra una pietra focaia assicurata con un morsetto a vite. Quando il

cane veniva alzato, comprimeva un forte mollone a "V"; una noce calettata all'albero del cane e situata sulla faccia interna della cartella, recava un dente d'arresto; non appena la stanghetta lo liberava, ricadeva violentemente in basso, spinto dal mollone, che si distendeva, e andava a battere contro una piastrina d'acciaio, anch'essa fissata ad una leva che veniva sollevata al momento dello sparo e in pari tempo veniva scoperto lo scodellino posto sotto la piastra d'acciaio; da questa partivano, con la percossa della pietra serrata nel morsetto del cane, scintille che andavano ad incendiare il polverino dello scodellino e quindi la carica di lancio. Questa piastra d'acciaio era chiamata "acciarino" o anche "focile" (da "focus"), parola che divenne poi "fucile" quando restarono in uso soltanto le armi a pietra perfezionate. Di sistemi a pietra ve ne furono parecchi, a seconda dei luoghi e dei tempi: così "schnaphaunce" dei Paesi Bassi, "micheletti" spagnoli, "alla giacomina" inglesi, "alla fiorentina", o "alla romana", e finalmente "moderni", del secolo XIX, che furono chiamati appunto "fucili". Non è facile dire quale dei due sistemi precedette l'altro. Certo è che essi derivarono, sebbene da un solo principio, da due concezioni realizzatrici del tutto diverse, il che dovrebbe escludere che si sia passati dall'uno all'altro gradualmente.[1]

Dopo l'invenzione delle armi a ruota e a pietra, salvo che per i miglioramenti costruttivi e di disegno di queste ultime, non si ebbero innovazioni di rilievo nel XVII e XVIII secolo se non, nel XVII secolo, l'invenzione della "cartuccia": prima di questa invenzione il soldato metteva la polvere nella canna del fucile, poi uno stoppaccio, poi la palla, spingendo in fondo alla canna e forzando ogni parte con una bacchetta. La cartuccia era un involucro di carta che conteneva, riunite, la pallottola e la carica di polvere. Il caricamento del fucile – o del più leggero moschetto – ad avancarica, si compiva rompendo – di solito con i denti – la carta dalla parte della polvere e versando questa nella canna; veniva poi introdotta la carta che faceva da stoppaccio e infine la pallottola, leggermente forzata nella canna, a mezzo della bacchetta, che comprimeva la carica.

L'adozione del fucile – o moschetto – a pietra, fu lenta, in parte a causa dell'aumentato costo di fabbricazione ed in parte a causa del tradizionale conservatorismo dei capi militari, soddisfatti del fucile a miccia. Ma, alla fine del 1600, il moschetto a pietra fu l'arma più diffusa negli eserciti europei. Una baionetta a tappo, inserita nella bocca del moschetto, fu largamente in uso nella metà del secolo, come parziale sostituzione della picca. Tuttavia, poiché rendeva l'arma inutilizzabile come arma da fuoco, il picchiere dovette essere ancora un necessario complemento della fanteria per assicurare una continua potenza di fuoco. Ma sul finire del secolo qualcuno – probabilmente Vauban – inventò la *baionetta a ghiera*, che prese il nome dalla città di Bayonne, dove quest'arma fu prodotta per la prima volta, che lasciò libera la bocca dell'arma. Alla fine del secolo, la baionetta fu adottata da tutti gli eserciti europei ed i picchieri scomparvero dal campo di battaglia.

Anche la *pistola*, già presente precedentemente, con l'apparizione dei nuovi sistemi di sparo, aumentò l'importanza della cavalleria nel combattimento. Un altro progresso tecnico per tutte le armi da fuoco – portatili e artiglierie – fu la *riga-*

[1] G. De Lorentis: "Storia del fucile"- De Vecchi, Milano, 1973 pp. 24-25

tura. Essa consisteva in un certo numero di solchi che si trovavano dentro l'anima della canna e, avendo andamento elicoidale, imprimeva al proiettile un moto di rotazione intorno al suo asse aumentandone la velocità; inoltre, la rigatura impediva il cosiddetto "vento" cioè le sfuggite di gas dovute al fatto che il proiettile aveva necessariamente un diametro leggermente inferiore al calibro della bocca da fuoco. La rigatura elicoidale pare sia stata inventata da Agostino Kotter, di Norimberga, nel Seicento. I fucili rigati ebbero il nome di "carabine". Le munizioni erano palle di piombo tenero, di diametro leggermente maggiore del calibro della canna e venivano spinte a forza nella canna stessa con la bacchetta sulla quale occorreva battere con un mazzuolo. Il caricamento era tanto lento che queste armi vennero in seguito abbandonate e la rigatura si ripresentò nel 1800, per merito di un ufficiale francese, Gustave Delvigne. Ne riparleremo più avanti.

Nel 1500, lo sviluppo delle *artiglierie* non riuscì a mantenere il passo con il progresso delle armi da fuoco portatili, principalmente perché gli artiglieri non furono in grado di risolvere il problema di combinare la mobilità con un'efficace potenza di fuoco a lunga gittata. Da tempo si erano resi conto che la gittata e la precisione si ottenevano meglio con bocche da fuoco la cui canna era lunga 20 o più volte il loro calibro e con uno spessore in grado di resistere allo scoppio di una grossa carica di polvere. I pezzi con spessore ridotto e cariche più leggere, potevano sparare ugualmente proiettili pesanti ma con notevole riduzione della gittata e della precisione. Ma anche le più leggere di queste armi erano ancora goffe, difficili da muovere e richiedevano un lungo tempo per essere preparate all'azione. I costruttori di pezzi d'artiglieria sperimentarono continuamente nuovi disegni e nuove combinazioni di calibro, spessore delle canne, cariche di polvere e peso dei proiettili. Come risultato, vi furono quasi tanti tipi di pezzi d'artiglieria quante erano le armi. Il rifornimento delle munizioni divenne un compito impossibile, contribuendo così al declino dell'importanza dell'artiglieria nelle operazioni campali. Per correggere la situazione gli spagnoli ed i francesi raggrupparono i pezzi d'artiglieria in gruppi di tipi e, nel 1600, vi furono tre classi principali.

La prima fu la "colubrina" (paragonabile al moderno cannone), con canna lunga intorno ai 30 calibri, con un'alta velocità iniziale, traiettoria piatta, lunga gittata ed una precisione di tiro abbastanza buona; al fine di ottenere la necessaria velocità iniziale senza pericolo di esplosione della canna e quindi l'uccisione o il ferimento dei serventi, le canne di quest'arma ebbero un grosso spessore e quindi le colubrine risultarono pesanti e relativamente immobili da essere, quasi esclusivamente, impiegate in operazioni d'assedio. Le colubrine si divisero, a loro volta, in sottoclassi quali, ad esempio, la "serpentina", il "falconetto", il "falcone", la "colubrina bastarda", la "mezza colubrina". La seconda classe fu quella del "cannone" (paragonabile al moderno obice), costituita da pezzi più leggeri e più corti, destinati a sparare proiettili più pesanti a distanze più brevi, sacrificando gittata e precisione al fine di ottenere più mobilità senza perdere il potere distruttivo. Il cannone, con canna lunga intorno ai 20 calibri, fu montato su di un affusto a due ruote con una coda piuttosto corta per permettere un'elevazione più alta; la sua mobilità fu relativamente maggiore. Anche il cannone si suddivise in sottoclassi quali il "mezzo cannone", il "cannone serpentina", il "basilisco".

La terza classe fu rappresentata dal "mortaio", con canna corta intorno ai 10 calibri, che sparava proiettili relativamente pesanti, con traiettoria parabolica a brevi distanze. Fu importante nella guerra d'assedio perché la sua traiettoria consentiva di sparare oltre le mura delle fortificazioni e raggiungere bersagli interni. Un grande vantaggio del mortaio era che la canna corta e di spessore sottile, consentiva un peso leggero ed alta mobilità; l'arma era fissata su di una piastra, talvolta ad angolo fisso di quarantacinque gradi, talvolta regolabile. I mortai si suddivisero in "petriero", così chiamato perché sparava un proietto di pietra, che era molto più leggero di un proietto di ferro dello stesso diametro, il "mortaio medio" e il "mortaio pesante".[2]

Oltre al raggruppamento delle artiglierie secondo il calibro, due altre innovazioni, per opera degli olandesi, migliorarono le prestazioni delle bocche da fuoco. l'affusto a ruote, adottato nel 1500, smaltiva il rinculo del pezzo con una breve corsa sul terreno, si prestava ad un rapido puntamento in direzione per mezzo dello spostamento della coda e dava al pezzo una buona mobilità. Ma la vera mobilità fu ottenuta, appunto dagli olandesi, con l'adozione dell'"*avantreno*', che ripartiva su due assi il peso della bocca da fuoco e consentiva di trainarla e voltarla agevolmente. Gli olandesi impiegarono per primi anche i *proietti esplodenti*. In principio questo tipo di proietto, di forma sferica come tutti i proietti dell'epoca, era dotato di spoletta a miccia e veniva caricato in modo che la miccia sporgesse dalla volata; l'artigliere accendeva prima la miccia del proietto e poi accostava il fuoco al focone per accendere così la carica di lancio. Questo procedimento era tuttavia molto pericoloso perché, se per una causa qualsiasi, la carica di lancio non deflagrava, il proietto esplodeva all'interno della bocca da fuoco con gravi danni per i serventi. Venne perciò adottato un altro modo: il foro con la miccia posto sulla palla fu, nel caricamento, rivolto all'indietro così, all'atto dell'accensione della carica di lancio si accendeva anche la miccia che poi bruciava lungo la traiettoria e doveva far esplodere il proietto poco dopo l'arrivo sul bersaglio. L'uso dei proietti esplodenti moltiplicò l'efficacia delle artiglierie: con il proietto pieno bisognava centrare il bersaglio per avere un effetto e tale effetto era limitato all'azione d'urto; il proietto esplodente agì su tutta una zona avente per centro il punto d'impatto e la sua azione divenne triplice: per l'esplosione, per le schegge e per l'effetto termico. I proietti esplodenti furono usati principalmente con i mortai che, con la loro traiettoria curva, superavano i bastioni e le mura e lanciavano l'offesa al centro del dispositivo avversario. Sul finire del 1700, e precisamente nel 1784, il tenente Henry Shrapnel, della Royal Artillery, inventò la granata per l'artiglieria – che avrebbe portato il suo nome – in essenza un contenitore metallico, rotondo o cilindrico, riempito con pallottole e con una carica di scoppio. Esplodendo in aria, lo "shrapnel" lanciava le pallottole su di una vasta area con effetto letale per le truppe allo scoperto. Il padre, comunque, della moderna artiglieria campale e del concetto del fuoco di massa dell'artiglieria mobile, fu Gustavo Adolfo. Non accettando che il potenziale del fuoco dell'artiglieria non potesse supportare le manovre della fanteria e della cavalleria, Gustavo dedicò molto

[2] T. N. Dupuy: op. cit. pp. 102-104

tempo per risolvere il problema. Ridusse il peso dei pezzi diminuendo la quantità di metallo della canna, accorciandola e riducendola di spessore. Poi introdusse migliori cariche di lancio che permisero una maggiore accuratezza nonostante l'accorciamento della canna e ristabilendo la potenza balistica perduta con l'alleggerimento della suddetta. Ammise soltanto tre tipi di calibri: un 25 libbre (peso del proietto), un 12 libbre ed il reggimentale leggero di 3 libbre. Infine, per assicurarsi il controllo sulle armi, abbandonò il vecchio sistema di assumere a contratto dei cannonieri civili e istituì unità militari di cannonieri, responsabili della disciplina e dell'addestramento come quelle della fanteria e cavalleria. Nel XVII secolo, gli armamenti furono la molla del progresso tecnico, non solo, ma furono il primo fattore della nascente organizzazione industriale. Le artiglierie richiesero alla metallurgia nuovi progressi di grande importanza; mentre l'armatura del cavaliere aveva interessato l'artigianato, le armi da fuoco imposero un'organizzazione produttiva di scala più vasta. Inoltre, il cannone era, a quel tempo, l'unico manufatto in cui il metallo venisse sollecitato ai limiti della sua resistenza, con disastrose conseguenze in caso di insuccesso tecnico; da qui nacque la necessità di prove su materiali metallici, che si unì a quella per le costruzioni, cui l'ingegneria civile e militare chiedeva sempre di più. Il cannone fu il primo motore termico della storia, a prescindere dai razzi usati dai cinesi, e fu il primo motore a combustione interna. La potenza concentrata nel propellente chimico venne usata per imprimere al proietto una spinta che lo mandò lontano, tanto lontano che, con il progresso delle artiglierie, venne naturale cercare quali leggi fisiche regolavano il tiro. Tartaglia, e con maggior profondità Galileo, per trovare l'angolo di elevazione che dava la gittata massima, furono costretti ad occuparsi del moto di un corpo soggetto a due forze, fondando la dinamica. Galileo compilò tavole di tiro e trovò le traiettorie nel vuoto e nell'aria. Il moto dei proietti fu studiato da Galileo come principio di composizione del moto naturale e del moto violento, e scoprì che l'azione delle due forze non era alterna ma simultanea.

I progressi delle armi da fuoco e le loro conseguenze politiche e sociali si succedettero con una rapidità che, se è nulla in confronto ai fulminei rivolgimenti odierni, fu tuttavia notevole in confronto del lentissimo ritmo precedente.[3]

Per quanto riguarda la *tattica*, all'inizio del 1600, il campo di battaglia era dominato dal già citato "quadrato spagnolo" ma, con la scomparsa dei picchieri, il numero dei ranghi si ridusse e fu data maggior importanza alla potenza di fuoco, con l'impiego della "contromarcia", mediante la quale i moschettieri della prima linea del fronte muovevano in retrovia per ricaricare dopo aver sparato. L'artiglieria veniva, di norma, schierata davanti alla prima linea dei fanti; la cavalleria alle ali. La varietà delle circostanze nelle quali le battaglie avvenivano e del terreno sul quale erano combattute era tale che il numero delle possibili combinazioni era molto grande, certamente troppo grande per consentire alle armi di dettare le forme che il combattimento doveva assumere. Per difendersi contro la cavalleria e l'artiglieria, la fanteria poteva ripararsi in terreno rotto o –

[3] A. Mondini: "Storia della tecnica"- UTET, Torino, 1977 pp. 30-32

contro la sola artiglieria – stendendosi a terra. Data la corta gittata e la lenta velocità di tiro dell'artiglieria, una vigorosa carica di cavalleria poteva portare alla cattura dei cannoni: essi potevano essere poi rivoltati contro i reparti che li avevano impiegati o inchiodati e resi inservibili inserendo un cuneo o un grosso chiodo nel focone. La cavalleria, se fortunata, poteva sorprendere la fanteria fuori formazione, in tal caso, il risultato era un massacro. In pratica, in ogni battaglia, tutte queste cose potevano succedere contemporaneamente, in luoghi differenti, lungo tutto il fronte: la vittoria arrideva alla parte che aveva mantenuto una riserva e aveva saputo come usarla, in mezzo al fumo, il rumore e la confusione. Armi e munizioni perfezionate diedero con il tempo la possibilità alla fanteria di spiegarsi maggiormente sul campo di battaglia e sviluppare così una maggior potenza di fuoco. Il numero dei ranghi fu ridotto, scendendo dagli otto o dieci del diciassettesimo secolo ai quattro o cinque del diciottesimo. Nella seconda metà del 1700, le bacchette di legno furono sostituite da quelle di ferro, aumentando così la celerità di tiro, e questo portò all'adozione di tre ranghi. Alla fine del secolo, vennero talvolta usati due ranghi, uno sparava, l'altro caricava, arrivando così all'"ordine lineare". Qualunque fosse il numero dei ranghi in un dato momento, le armi dovettero essere usate in un modo precisamente coordinato; ciò richiese una grande concentrazione e fermezza sotto il fuoco, qualità che furono ottenute dopo anni di addestramento e di disciplina. Senza la ferrea disciplina e i sottufficiali che continuavano a tener serrati i soldati, questi ultimi sarebbero fuggiti. Federico Guglielmo di Prussia instaurò un addestramento ed una disciplina così feroci che i suoi soldati, al comando di suo figlio Federico il Grande, non furono secondi a nessuno in ogni campo di battaglia europeo. Federico il Grande, pur mantenendo la tattica lineare, la utilizzò sfruttando l'abilità manovriera delle sue truppe in modo da ottenere la superiorità numerica sul punto più debole dell'avversario. Particolarmente redditizi furono i suoi attacchi ad un'ala del nemico, perché lo schieramento dei suoi nemici, rigido, lineare, su ampia fronte, quasi sempre senza riserve, non consentiva la manovra necessaria per parare in tempo la manovra dei prussiani. Se il nemico che subiva l'attacco d'ala cercava di porvi riparo con le truppe della seconda linea, lo scompiglio che veniva a formarsi era tale che l'impiego fulmineo della cavalleria prussiana veniva a determinare quasi sempre il crollo definitivo perciò Federico II avanzava, di norma, con le sue truppe con uno schieramento obliquo rispetto alla fronte avversaria, preferibilmente contro un'ala in modo che, mentre il nemico non era pronto a parare il colpo, le truppe prussiane più lontane costituivano una riserva disponibile per alimentare l'attacco con una successione crescente di sforzi. Fu questo l'"ordine obliquo" che fu definito: attacco frontale con un'ala rinforzata, oppure attacco obliquo o perpendicolare alla linea nemica con l'ala attaccante rinforzata o no.

Un altro vantaggio ottenuto da Federico fu quello della rapidità di tiro della fanteria, che fu raggiunta con la riduzione della lunghezza della canna dei moschetti e l'intensificazione delle esercitazioni, fino a quando i moschettieri prussiani, schierati su due o tre file, arrivarono ad effettuare un fuoco ininterrotto. Questa rapidità, tuttavia, fu ottenuta a scapito della precisione. D'altro canto, i manuali d'addestramento dell'esercito prussiano non contenevano alcun ordine del tipo "puntate", i fanti si limitavano a sparare salve diritte davanti

a loro e i loro cannoni non erano muniti di congegni di punteria.

Data la crescente potenza delle armi della fanteria e dell'artiglieria, l'importanza della cavalleria tese a declinare. All'inizio del diciottesimo secolo costituì soltanto un terzo degli eserciti; in seguito arrivò anche ad un quarto e ad un sesto. La cavalleria, leggera e pesante, era armata come la fanteria, con una combinazione di armi da fuoco e armi bianche; come la fanteria, ma più lentamente, abbandonò la corazza che fu sostituita dal solo pettorale. La cavalleria, le cui cariche al momento giusto risultarono comunque spesso decisive, rimase essenziale per l'esplorazione, la ricognizione e l'inseguimento, compiti che non potevano essere svolti opportunamente dalle altre armi. Federico restituì alla cavalleria le sue funzioni originali: oltre la ricognizione anche l'azione importante dell'urto; proibì le armi da fuoco come armi della cavalleria (salvo che per i dragoni, impiegati per il combattimento sia a cavallo sia a piedi) e la sua arma principale fu la sciabola; le sue cariche furono condotte al galoppo, con formazioni a due o tre ranghi.

Federico II perfezionò gli sviluppi di Gustavo Adolfo creando il concetto dell'artiglieria a cavallo, nella quale tutti i serventi dei pezzi erano montati a cavallo, così che i cannoni leggeri potevano mantenere il passo della cavalleria. L'ultimo miglioramento tecnico dell'artiglieria fu effettuato da un ufficiale d'artiglieria francese, Jean Baptiste Vaquette Gribeauval, sul finire del 1700. Influenzato da Federico il Grande, rese la mobilità la principale caratteristica dell'artiglieria degli eserciti rivoluzionari francesi, riducendo ulteriormente la lunghezza ed il peso delle bocche da fuoco ed il peso dell'affusto. Questa riduzione di peso fu facilitata dall'adozione degli assi delle ruote degli affusti in ferro e robuste ruote di largo diametro per facilitare il movimento su terreni difficili. La gittata e la precisione furono migliorate da una più precisa fabbricazione delle palle da cannone, di esatta sfericità e di diametro corretto; ciò rese possibile anche una riduzione delle cariche di lancio e canne più leggere. Un munizionamento prefabbricato sostituì la polvere sciolta ed aumentò la celerità di tiro. I cavalli furono disposti in pariglie anziché in tandem; sei cavalli trainavano il pezzo da 12 libbre, quattro quelli da 8 e 4 ed il nuovo obice da 6 pollici.

Nel diciassettesimo secolo, le due opposte funzioni di *fortificazione* e di *assedio* furono dominate dall'abilità tecnica dell'ingegnere francese Sebastiano Le Prestre de Vauban, che migliorò il sistema bastionato "italiano" apportandogli modifiche a seconda del terreno sul quale si trovava, o si doveva erigere, un'opera fortificatoria, divenendo così il creatore di grandi sistemazioni difensive di estese regioni di frontiera, con il solido sostegno di Francois Louvois, intelligente ed illuminato Ministro della Guerra di Luigi XIV. Il sistema Louvois-Vauban – una catena di fortezze rifornite di tutto il necessario per un esercito – mantenuta lungo tutta la frontiera settentrionale della Francia, fu inteso in parte per la difesa, ma principalmente per fornire una base per un'offensiva di armi combinate, una sorta di sistema di depositi fortificati.

Complessivamente, Vauban costruì 33 nuove fortezze e ne rimodernò altre 300. Ognuno di questi posti poteva essere usato da un esercito in marcia come base dove era certo di trovare tutto il necessario, inclusa l'artiglieria pesante. Un nemico, d'altra parte, si trovava di fronte all'enorme compito di smantellare questi forti uno dopo l'altro.

Fu anche Vauban, più di ogni altro, che fece della guerra d'assedio un'arte più che una scienza, con il suo sistema di approccio con le "parallele". L'ultimo obiettivo dell'approccio era o di permettere all'artiglieria d'assedio di aprire una breccia nelle mura difensive e negli altri ostacoli, attraverso la quale una colonna di fanteria poteva effettuare un assalto, o di consentire alla fanteria di assalire le mura sotto la copertura del fuoco delle trincee d'approccio, senza attendere che l'artiglieria smantellasse le mura. Nell'ultimo caso venivano usate delle fascine per riempire i fossati prima dell'assalto, che venivano così attraversati; dopo di che gli attaccanti scalavano le mura sotto la copertura dell'artiglieria e delle armi portatili.

Nel sistema Vauban il metodo di approccio fu standardizzato. Una prima trincea parallela veniva scavata a circa 500-600 metri dalle fortificazioni. Questa trincea era parallela alla linea delle difese e nel luogo stabilito per l'assalto; essa impediva il fuoco d'infilata dei difensori per tutta la sua lunghezza. Dopo la costruzione di questa prima parallela venivano effettuati altri lavori in terra davanti ad essa per proteggere le postazioni dell'artiglieria d'assedio. Sotto la copertura del fuoco di questi cannoni, i genieri attaccanti incominciavano a costruire le trincee "d'approccio" verso il forte, con disegno zigzagante per ridurre la possibilità del fuoco d'infilata dei difensori.

Gli zappatori erano protetti dal fuoco diretto mediante scudi mobili chiamati "gabbioni", gabbie di vimini riempite di terra e frequentemente montate su ruote in modo da essere spostate sul fronte delle trincee.

Quando gli approcci avevano raggiunto una distanza di circa 300 metri dalle difese, veniva costruita una seconda parallela e preparate nuove postazioni d'artiglieria. Da queste posizioni i cannoni d'assedio potevano dare inizio ad un intenso bombardamento per scacciare i difensori dai bastioni, ridurre al silenzio la loro artiglieria ed incominciare ad aprire una breccia. I difensori, se possibile, effettuavano delle sortite con limitati contrattacchi per impedire il completamento della seconda parallela. Questi nuovi approcci continuavano fino a pochi metri dal fossato alla base delle mura. Qui veniva costruita una terza parallela. Mentre il fuoco della fanteria attaccante impediva ai difensori di guarnire gli spalti dei bastioni, le batterie d'artiglieria venivano impiegate per battere le mura con fuoco diretto. Talvolta venivano usate tecniche di mina perfezionate, o per aiutare l'abbattimento delle mura o per permettere a piccoli gruppi di attaccanti di sboccare all'interno delle fortificazioni. I difensori, naturalmente, potevano mettere in atto delle contromine. Un giorno o due di fuoco dei cannoni d'assedio dalla terza parallela riuscivano, di solito, ad aprire una breccia nelle mura. Seguiva l'assalto, se la guarnigione non si era già arresa.[4]

Durante il diciottesimo secolo le guerre di posizione furono di regola: i confini degli stati più importanti incominciarono ad essere protetti da doppie, e talvolta triple, linee fortificate. Interi paesi si trasformarono quasi in fortezze protetti, come furono, da piazzeforti che dominavano tutte le vie d'accesso e collegate da strade. Così si venne a creare una netta separazione fra il "fronte" e la "retrovia", con la conseguente distinzione fra combattenti e non combattenti.

---

[4] T. N. Dupuy: op. cit. pp. 110-12

La *strategia*, dal 1600, fu limitata ai tentativi di colpire le comunicazioni dell'avversario per tagliargli i rifornimenti e una volta raggiunto lo scopo, ogni belligerante si rafforzava sul terreno cercando di evitare la battaglia in attesa di ripetere, dopo qualche tempo, un tentativo del genere del primo. Il carattere della guerra fu quindi difensivo e di logoramento, data l'importanza assunta dalle linee di comunicazione. I movimenti furono impacciati a causa dell'esistenza dei magazzini e della necessità del loro spostamento. Soltanto nel 1700 la guerra divenne più mobile con Federico il Grande costretto a ricercare battaglie rapide e decisive perché non poteva permettersi un tipo di guerra che avrebbe consentito ai suoi nemici di impiegare tutte le loro superiori forze contro di lui.

L'influenza del progresso tecnologico si manifestò anche nell'*organica*. L'unità tattica fu la brigata di due reggimenti i quali si articolavano in unità minori, battaglioni, squadroni, compagnie (queste ultime originate dalle compagnie di ventura dei secoli precedenti).

Ma la più importante innovazione nell'organico degli eserciti si verificò in Francia, durante il periodo rivoluzionario. Carnot, capitano del genio e membro del comitato di salute pubblica, fu l'anima di vaste riforme. Fautore dell'offensiva e della concentrazione degli sforzi per la ricerca della decisione nella battaglia, riuscì a far abbandonare il vincolante sistema dei magazzini. La requisizione di tutti i mezzi disponibili, sanzionata già dalla rivoluzione per l'utilizzazione ai fini militari, trovò il suo compimento nel sistema dello sfruttamento delle risorse locali. La scarsità dei mezzi finanziari, l'esaurimento delle risorse locali, specialmente nei territori di confine, dettero alimento alla tendenza a far vivere i propri eserciti nei territori ed a spese degli stati con i quali la Francia era in guerra.

Abolite le tende, aboliti i bagagli inutili, diminuito il carreggio, le truppe guadagnarono in snellezza ed adattabilità alle circostanze: obbligate a vivere su quello che trovavano sul posto, non ebbero vincoli di sorta e si trovarono avvantaggiate in quanto a mobilità in confronto a quelle avversarie, ancora legate ai magazzini.

Da questi provvedimenti nacquero altre necessità: per vivere senza magazzini e per sfruttare le risorse locali, bisognava dividersi: da qui l'idea di costituire unità leggere, capaci di movimento e di manovra e di forza tale da poter vivere, almeno per qualche tempo, sulle risorse del luogo nel quale erano destinate ad operare. Furono perciò formati gruppi di unità con elementi delle tre armi e dei servizi che ebbero il nome di "*divisione*', vera e propria trasformazione organica che influì anche sulla condotta della guerra. Nel 1793 ogni divisione comprendeva: uno stato maggiore, un numero di brigate variabile da 2 a 5; un numero di squadroni variabile da 5 a 10; 2 batterie d'artiglieria; servizi. Forza media 10-12000 uomini.

Nei primi tempi l'unità divisionale ostacolò, anziché favorire, il funzionamento delle armate e il coordinamento degli sforzi fra le divisioni, perché ciascun comandante tendeva ad agire da solo. Tale fatto, tuttavia, se portò danno nella condotta delle prime operazioni, ebbe il vantaggio grandissimo di creare nei comandanti l'abitudine all'iniziativa ed il senso della responsabilità.

Mentre negli eserciti dei secoli XVII e XVIII, la rigidità degli ordinamenti portava a far sì che il comandante in capo, emanati gli ordini iniziali difficilmente poteva in seguito intervenire e, se lo faceva, era per affidare ad un generale il

comando di una linea, di un distaccamento, di un'ala, nella divisione l'impiego concorde delle tre armi, sotto il comando di un capo noto, la stabilità dei comandanti nelle singole unità delle varie armi, l'adattabilità al terreno e alle più svariate situazioni, fecero raggiungere l'altissimo vantaggio di una grande autonomia, di una scioltezza e mobilità fino ad allora mai viste e quello di una coesione spirituale, nuova, fattore importante, spesso, decisivo sull'esito della battaglia.

La costituzione di grandi unità – la divisione e più tardi il corpo d'armata – e il continuo aumento delle dimensioni degli eserciti, richiese un nuovo tipo di organizzazione militare. Mentre fino al XV secolo gli eserciti erano stati organizzati sulla base di vincoli personali piuttosto che su vincoli burocratici, e questo spiega la natura caotica della guerra, nei secoli che seguirono l'avvento della *stampa* (i caratteri mobili ed il torchio di Gutenberg) consentì un notevole miglioramento organizzativo con la diffusione di istruzioni scritte ai reparti di ogni dimensione, di ruolini, di documenti relativi al reclutamento, all'amministrazione e mantenimento di grandi masse di combattenti, al controllo degli eserciti sul campo di battaglia ed al lavoro di stato maggiore, quest'ultimo, tuttavia, ancora limitato poiché le comunicazioni potevano contare su mezzi acustici e visivi o su messaggeri a cavallo.

La stampa fornì anche un importante contributo allo sviluppo della cartografia: le prime mappe, ancora rudimentali, prodotte in Lombardia verso la fine del XV secolo, vennero perfezionate con la riscoperta di strumenti e tecniche di misura. La "triangolazione", inventata dall'olandese Snellius intorno al 1617, consentì di determinare l'esatta posizione di città, strade, fiumi e ostacoli naturali di ogni genere. Il primo paese rappresentato sulla carta fu la Francia, per opera di Giovanni Maraldi e Giacomo Cassini nel 1740.

Gli sviluppi tecnologici, sia civili sia militari, consentirono un marcato progresso della *logistica* relativamente al rifornimento di armi e munizioni, all'equipaggiamento, al sostentamento e all'assistenza sanitaria dei combattenti. Fino al 1600, ogni comandante di reggimento o di unità similare vestiva i suoi uomini con indumenti eterogenei e nessun nutrito contingente di soldati iniziava una campagna in uniformi dello stesso colore e foggia. L'unico modo per i comandanti di distinguere le proprie truppe da quelle del nemico consisteva nel far indossare a tutti gli uomini dello stesso schieramento un contrassegno colorato, di solito una fascia, un nastro o una piuma. I soldati degli Absburgo, spagnoli o austriaci che fossero, portavano tutti un contrassegno rosso, mentre quello degli svedesi e dei francesi era rispettivamente giallo e blu; gli olandesi indossavano un contrassegno arancione. Sembra che la "New Model Army" di Cromwell sia stata la prima a portare uniformi complete e che, dopo il 1645, ogni uomo indossasse una giubba rossa.

Il graduale e lento passaggio dalla produzione artigianale a quella industriale consentì la fornitura agli eserciti europei di capi di vestiario uniformi. Nella seconda metà del 1600, i reggimenti permanenti della Svezia, Austria, Inghilterra, Spagna e Francia, furono dotati di divise standardizzate e affidabili. Il primo a far adottare l'uniforme di stato, sopprimendo quelle particolari dei diversi reggimenti, fu il Louvois, che costituì il vero e proprio esercito permanente eliminando la milizie temporanee.

Il problema di fornire un esercito, di sempre maggiori dimensioni, di viveri, vestiario, armi e cavalli, furono risolti con la creazione di speciali gruppi operativi (militari e civili) a fianco delle unità combattenti. Ogni soldato aveva bisogno di pane e nella maggior parte degli eserciti la razione giornaliera era calcolata in 1, 5 libbre al giorno; in aggiunta, erano prescritte, come razione normale giornaliera, una libbra (0,453gr.) di carne, formaggio o pesce e 6 pinte (0, 568 lt.) di birra (o 3 pinte di vino). Per tradurre in realtà queste norme furono necessari grandi sforzi e perizia tecnica: una guarnigione di 3000 uomini poteva essere più numerosa della popolazione della città in cui era di stanza e un esercito campale di 30.000 uomini richiedeva più derrate alimentari di tutte le città del periodo, eccettuate le maggiori. Per produrre le 45.000 libbre di pane richieste ogni giorno per nutrire un simile esercito, dovevano essere cotte quotidianamente al forno 100.000 libbre di farina; il trasporto di una scorta settimanale di farina, di forni di cottura (consistenti ciascuno di 500 mattoni) e di legna da ardere, richiedeva circa 250 carriaggi e un numero corrispondente di animali da tiro. Per fornire 30.000 libbre di carne era necessario macellare ogni giorno 1500 pecore o 150 manzi, un numero sorprendentemente elevato data la modesta entità del patrimonio zootecnico all'inizio dell'età moderna.

Quando un esercito non era impegnato in una campagna, poteva essere acquartierato alle spalle della popolazione in una vasta area in modo tale da mantenere entro limiti ragionevoli per una data comunità il problema dell'approvvigionamento. Quando le truppe dovevano spostarsi lungo un percorso noto in anticipo, veniva predisposta una catena di depositi viveri. In altre occasioni riserve considerevoli venivano trasportate insieme alle salmerie, a condizione che vi fossero delle strade adatte al trasporto su carri.

Naturalmente, gli eserciti in movimento non consistevano soltanto di personale militare. Per prima cosa vi erano i cavalli; il loro numero poteva essere inferiore a quello del medioevo, ma ciononostante i quadrupedi erano necessari per l'artiglieria, la cavalleria, gli ufficiali e i carriaggi delle salmerie, cosicchè un esercito campale principale poteva essere accompagnato da 20.000 quadrupedi, con un consumo giornaliero di circa 90 tonnellate di biada. I carriaggi delle salmerie – fino a 500 per un esercito di 15.000 uomini – richiedevano conducenti e stallieri, mentre le truppe necessitavano di vivandieri e servitori (molti di questi ultimi erano donne le quali svolgevano nell'esercito svariate funzioni: prostitute, lavandaie, venditrici, cucitrici, infermiere). Complessivamente, il numero delle persone al seguito di un unità poteva, a volte, uguagliare, e occasionalmente superare, il totale dei combattenti.

Il continuo aumento degli effettivi militari – e dei civili al seguito – esacerbò seriamente le difficoltà intrinseche nell'acquartierare un esercito. Il problema era meno grave per le truppe di guarnigione poiché esse venivano normalmente alloggiate all'interno di una cittadella o nelle case degli abitanti del luogo. Anche i contingenti che si spostavano lungo un itinerario prestabilito potevano essere a volte alloggiati nelle abitazioni private e in locande situate lungo il percorso. Ma un esercito campale di 20-30.000 uomini, che compiva normalmente fino a 20 chilometri al giorno di marcia, non poteva, il più delle volte, essere alloggiato in abitazioni ma era obbligato ad accamparsi all'aperto.

In definitiva, l'unica soluzione consistette nel portarsi dietro abbastanza ten-

de quando un esercito faceva una campagna e costruire baracche di legno o di pietre per-acquartierarlo durante l'inverno.[5] Dopo più di un millennio riapparivano – seppure in brutta copia – gli accantonamenti romani. Anche in questo campo il precursore fu il Louvois, che costruì le prime caserme. Il Louvois fu anche il precursore di un efficiente servizio sanitario: gli eserciti ebbero ambulanze al seguito e ospedali nelle piazzeforti; primo segno di un'assistenza sanitaria mai prima attuata con criterio organico.

Un grande risultato militare anche nel campo del commissariato fu ottenuto da Federico II. Per esempio, fra il 1740 ed il 1750, la fabbrica d'armi Spligerber e Daum di Potsdam fabbricò 15.000 moschetti all'anno, mentre la produzione annua di polvere da sparo della Prussia salì dalle 448.000 libbre del 1746 alle 560.000 del 1756. Anche i viveri venivano accumulati su scala massiccia: nel 1776 i soli depositi di Berlino e di Breslavia contenevano 76.000 "bushels" di grano o farina, sufficienti a nutrire un esercito di 60.000 uomini per due anni. Infine, a ciascun reggimento erano consegnate ogni anno, dai propri fornitori individuali, nuove uniformi di tipo standard, confezionate in panno blu che, sebbene più ruvido, era molto durevole e dopo essere stato indossato a lungo aveva un aspetto più decente di tutte le migliori stoffe fabbricate in Inghilterra o in Francia.[6]

Infine, due scoperte, fra le altre, interessarono particolarmente l'arte militare: il cannocchiale e l'orologio.

Benché le lenti fossero da tempo in uso e Leonardo e Keplero avessero già dissertato sulle confuse teorie relative all'ottica, il primo "strumento visorio" precursore del *cannocchiale* fu realizzato e descritto nel 1558 dal napoletano Giovan Battista Porta nel suo "Magiae Naturalis":

"Con la lente concava vedi nitidamente, ma impiccolite, le cose lontane, con quella convessa più grandi ma confuse quelle vicine. Se saprai comporre giustamente le une e le altre, vedrai ingrandite e chiare tanto le cose lontane come quelle vicine. A molti amici che vedevano ottenebrate le cose lontane e confuse quelle vicine, abbiamo arrecato non poco aiuto, in modo che hanno potuto vedere tutto perfettamente." [7]

Ma dopo questa e altre realizzazioni di "un occhiale o cannone o altro istrumento col quale si vede da lontano" fu Galileo a parlare dell'invenzione – o reinvenzione – del cannocchiale nella celebre lettera del 24 agosto 1609 al doge Leonardo Donato, nella quale lo scienziato toscano esalta l'utilità del cannocchiale nelle imprese militari terrestri e specialmente marittime: "... Potendosi in assai maggior lontananza del consueto scoprire legni e vele dell'inimico, si che per due hore et più di tempo possiamo prima scoprire lui che egli scopra noi, e distinguendo il numero e la qualità dei vasselli, giudicare le sue forze per allestire alla caccia, al combattimento o alla fuga, et parimenti in terra dentro alle piazze, alloggiamenti et ripari dell'inimico..." L'altra invenzione – o reinvenzione – fu l'orologio. I primi strumenti di questo genere erano apparsi già nell'anti-

[5] G. Parker: "La rivoluzione militare" - Il Mulino, Bologna, 1990 pp. 122-126

[6] C. Duffy: "The Army of Frederick the Great" - Newton qbbot, 1974 cap. 8 pp. v.

[7] G. B. Porta: "Magiae naturalis" (ed. 1589) Lib. XVII, cap. X, "De cristallinae lentis effectibus"

co Egitto sotto forma di orologi ad acqua o a sabbia e, sviluppati poi dai greci, erano arrivati fino all'inizio dell'epoca moderna. Uno dei più antichi orologi ad automatismi fu quello descritto nel trattato dell'arabo Gazari, nel XIII secolo, che riprodusse il moto annuo di vari corpi celesti. Un cerchio ruota faceva apparire successivamente i dodici segni dello zodiaco e i moti del sole e della luna; era composto di due serie di dodici finestre, una delle dodici superiori si apriva alla fine di ciascuna ora e vi si affacciava un fantoccio, mentre nella fila delle finestre più basse ciascuna finestra ruotava di 180° presentando una faccia di colore diverso; un indice, scorrendo con moto continuo, permetteva di individuare anche le frazioni di ora ed un meccanismo ad automati (uccelli, fantocci, lampade per le ore notturne, ecc.) produceva anche il suono delle ore. I vari movimenti dell'orologio di Gazari erano prodotti dalla discesa di pesi i quali, per mezzo di corde, agivano su vari organi meccanici quali assi girevoli, rulli, pulegge. Dopo di esso apparvero altri orologi meccanici in Italia, Germania, Francia, Inghilterra, come quello di S. Eustorgio a Milano, ricordato in una cronaca di predicatori nel 1306: "... stella aurea super campanile positur, orologium ferreum fabricatum. ..."; quelli di Padova, di Pavia, di Firenze, di Norimberga, di Valenciennes, di Westmister, del Palais Royal. I primi orologi portatili e a molla prodotti in dimensioni ridotte incominciarono a diffondersi – se non prima – certamente nel corso del XV secolo, quando la molla a spirale venne adoperata anche per usi civili e militari (serrature, armi da fuoco). Solo più tardi, nel XVII secolo, si arrivò al bilanciere di tipo moderno per regolare il battito degli orologi a molla.[8]

Il cannocchiale aiutò i comandanti a mantenere una certa forma di controllo sui fronti che spesso raggiunsero la lunghezza di 5 o 6 chilometri; l'orologio consentì di sincronizzare i movimenti dei diversi corpi separati dell'esercito o di stabilire la loro sequenza.

Tutte queste innovazioni tecnologiche provocarono, nel XVIII secolo, cambiamenti nella conduzione strategica della guerra. Con le loro forze suddivise in grandi unità, i comandanti non schierarono più gli eserciti su di un fronte unico ma assegnarono alle unità compiti differenti: attacco frontale, diversione, aggiramento, riserva, modificando i ruoli con rapidi ordini in accordo con le ultime informazioni.

Declinò pure la guerra d'assedio. Pur rimanendo importante il ruolo delle fortezze, date le nuove dimensioni, gli eserciti furono in grado di superarle semplicemente aggirandole e le battaglie non vennero combattute in un unico luogo ma su intere regioni, paesi, continenti.

Sebbene l'argomento verrà trattato nel prossimo capitolo per quanto riguarda l'aspetto militare, desideriamo accennare ad un'altra invenzione che si verificò nel periodo in esame, seppur ancora a livello di ricerca: la *macchina a vapore*.

L'idea di sfruttare come energia il vapore generato dall'acqua surriscaldata risale al XIII secolo; infatti, Alberto Magno scrisse: "Prendi un robusto recipiente di terracotta con due buchi, riempilo d'acqua, chiudi fortemente i due buchi e mettilo sul fuoco. Subito il vapore sturerà i due buchi e getterà intorno acqua

[8] U. Forti: "Storia della tecnica in Italia. Dalle origini alla vita moderna"Firenze, 1940, p. 63

calda. È per questo che il recipiente viene detto 'sufflator' e generalmente è fatto a forma di uomo."[9] (Infatti, i primi 'sufflatores' avevano la forma di una testa umana n.d. r.) Ma la prima "macchina a vapore" fu quella del pesarese Giovanni Branca (descritta in "Le Machine", Roma, 1629) destinata a pestare la materia per far la polvere e costituita da un recipiente di metallo a forma di testa d'uomo collocato su di un fornello: dalla bocca usciva un tubo diretto verso una ruota a pale collegata ad una serie di ingranaggi che azionavano un rullo sul quale erano fissati verticalmente due pestelli: una volta acceso il fuoco, il vapore generato che fuorusciva dalla bocca azionava la ruota che, a sua volta, metteva in moto tutto il resto. Il primo brevetto di una macchina a vapore fu quello ottenuto da David Ramseye, nel 1630, per una pompa "... capace di sollevare l'acqua da pozzi profondi mediante il fuoco... di far muovere ogni specie di mulino senza la spinta di acqua o vento... di sollevare l'acqua; , da; luoghi bassi o miniere o pozzi di carbone".[10]

Questi furono i primi passi del motore a vapore che sarebbe stato realizzato nel 1800.

Tecnologia ed arte militare navale.

Il XVII secolo vide l'apparizione del "vascello da guerra" o, più propriamente, "nave di linea" che, come il suo nome significava, fu destinata, per dimensione ed armamento, a muoversi in linea di battaglia e derivata dal galeone cinquecentesco.

Tutte le grandi potenze marinare dell'epoca, l'Inghilterra, la Francia, l'Olanda e la Spagna e, in secondo luogo la Danimarca, la Svezia e la Russia, si uniformarono a questo tipo di nave. La prima, si ritiene, fu quella costruita nel 1610 dal maestro d'ascia Phineas Pett per il re Giacomo I d'Inghilterra, la "Prince Royal", dotata di quattro alberi, lunga 39, 80 metri e larga 13, 70 metri, con tre completi ponti di batteria e armata con 56 cannoni. Per non essere da meno, il cardinale Richelieu, il fondatore della marina da guerra francese, ordinò in Olanda cinque unità che furono consegnate nel 1626; la più notevole di queste fu la "Saint Louis",con due ponti di batteria e una sessantina di cannoni, con tre alberi con ampie vele quadre alla maestra ed al trinchetto vela latina triangolare all'albero di mezzana:questa fu la velatura classica che si affermò nella prima metà del Seicento.Per contro, re Carlo I d'Inghilterra ordinò, nel 1634 sempre a Pett, la "Sovereign of the Sea". Varata nel 1637, fu una delle più famose navi del periodo: lunga 51, 78 metri, larga 14, 7 metri, stazzava 1530 tonnellate e disponeva di 100 cannoni su tre ponti;il complesso degli alberi e delle vele era aumentato rispetto alle navi precedenti ed ebbe anche l'innovazione del "marciapiedi", una cima (corda) sottesa ai pennoni sulla quale i marinai potevano poggiare i piedi, agevolando e rendendo meno pericolosa la manovra degli uomini che dovevano arrampicarsi sulle attrezzature.

---

[9] A. Magno Opera Omnia" - Parigi, IV p. 634

[10] T. Rymer: "Foedera, conventions, literae" - 1732

La corsa al vascello più grande e più potente fu funestata, in quel periodo, da una grande tragedia: l'affondamento del "Vasa", il nuovo vascello reale della flotta svedese, sul quale vale la pena di soffermarsi.

Il "Vasa", costruito con un migliaio di querce, era lungo 69 metri, bompresso compreso e 47, 5 metri fra il dritto di prora e quello di poppa; era largo 11,7 metri e alto 52 metri dalla chiglia alla bandiera di maestra; il pescaggio era di 4, 8 metri, il dislocamento di 1210 tonnellate e la velatura di 1275 mq. ; l'armamento comprendeva 64 bocche da fuoco, l'equipaggio era costituito da 145 marinai e 300 soldati.

La nave era stata costruita nel cantiere di Skeppsgarden, sull'isolotto di Blasicholmen, nel centro di Stoccolma, dove era ormeggiata. Il 16 agosto 1628, con a bordo un centinaio di uomini d'equipaggio, oltre a donne e bambini loro familiari, al rombo delle salve dei cannoni e molto lentamente, con aperte quattro delle dieci vele, il "Vasa"iniziò il suo primo – e ultimo – viaggio. In una lettera al Re, il Consiglio di Stato raccontò gli avvenimenti: "Una volta uscita nel golfo, all'altezza di Tegelviken, la nave prese un pò più di vento e cominciò a piegarsi molto sottovento, per poi raddrizzarsi ancora un pò; arrivata però all'altezza di Beckolmen, si piegò completamente sul lato, l'acqua entrò attraverso i portelli dei cannoni e la nave si inabissò lentamente con tutto il suo arredo di vele e di bandiere. " Colpito da una raffica di vento, il "Vasa" si capovolse e affondò dopo un viaggio di soli 1300 metri. Cinquanta persone perirono nel naufragio.

Il re Gustavo II Adolfo, che si trovava in Prussia, scrisse al Consiglio di Syato che la sciagura doveva dipendere da "avventatezza e negligenza" e che i colpevoli andavano puniti. Il capitano Sofring Hansson giurò di non avere alcuna colpa:" È stata una semplice raffica di vento a far ribaltare la nave, che era instabile nonostante tutta la zavorra"e adossò la colpa al costruttore della nave. la stessa risposta venne dagli uomini dell'equipaggio e che cioè di errori a bordo non se ne erano fatti; che non c'era posto per caricare altra zavorra e che i cannoni erano stati legati bene; che, essendo di domenica, molti si erano comunicati e quindi a bordo nessuno era ubriaco; che invece il guaio della nave era stata la sua instabilità, dato che la parte sotto la linea di galleggiamento era troppo piccola e leggera in rapporto a tutto quanto stava al di sopra, alberi, sartiame e artiglieria.

Il capitano Joran Matsson svelò inoltre che prima della partenza, per provare la stabilità del "Vasa" ancora all'ormeggio, trenta uomini erano corsi avanti e indietro sul ponte e che, dopo tre giri, erano stati costretti a smettere perché il vascello non si ribaltasse. Furono allora interrogati il costruttore di navi Hein Jakobsson e l'appaltatore di Skeppsgarden, Arent de Groot, responsabili del cantiere dove la nave era stata costruita; le cose erano però complicate, dato che il vero progettista della nave, l'olandese Henrik Hybertsson, era morto l'anno precedente. Ma anche lo Jakobsson e il de Groot se la cavarono dicendo che le misure della nave le aveva approvate il re stesso e che il numero di cannoni presenti a bordo era quello stabilito nel contratto.

Alla domanda dell'inquisitore a chi si dovesse attribuire la colpa, il de Groot rispose: "Lo sa solo Iddio. "Nessuno venne incolpato della disgrazia.

Nei decenni che seguirono il naufragio, molti furono i tentativi di recuperare la nave, ed in particolare i suoi preziosi cannoni, ma tutti risultarono infruttuosi

fino agli anni '60 di quel secolo, quando Albrecht von Treileben, originario del Varmland, e il tedesco Andreas Peckell, cominciarono ad interessarsi ai 64 cannoni; ambedue erano molto esperti in operazioni di recupero di navi, in cui l'attrezzo più importante era una *campana subacquea*. Il principio di funzionamento di questa apparecchiatura era lo stesso di quando si immerge nell'acqua un bicchiere capovolto nel quale si forma una bolla d'aria. Proprio questa bolla d'aria nella campana costituiva la riserva d'aria del sommozzatore mentre questi, con ganci e arnesi speciali, lavorava sul fondo del mare a trenta metri di profondità, completamente rivestito di cuoio, con doppi stivali di pelle, in piedi su di una piattaforma di piombo che si trovava sotto la campana. Fra il 1664 ed il 1655 furono recuperati più di 50 cannoni. Fu un'impresa assolutamente unica, portata a termine dagli "uomini che sapevano camminare sott'acqua"; per farsi un'idea della difficoltà, basti pensare che negli anni '50 del nostro secolo, per un sommozzatore dotato di moderne attrezzature per lavori pesanti, il recupero di uno solo dei cannoni rimasti a bordo esigeva un'intera giornata di lavoro.

Dopo anni di ricerche, nell'agosto 1956, l'intero scafo venne localizzato e la società Neptunbolaget, specializzata in lavori di recupero iniziò, nel 1957, le operazioni per riportare in superficie la nave con una particolare tecnica: scavando un tunnel sotto lo scafo vennero fatti passare in esso dei grossi cavi che vennero poi fissati a pontoni riempiti d'acqua che, una volta svuotati dall'acqua stessa, avrebbero teso a galleggiare, sollevando così anche la nave. Il 24 aprile 1961, dopo aver trascorso 333 anni sul fondo del mare, il "Vasa" emerse dalle acque; dopo anni di ricostruzioni e riparazioni, oggi è esposto al pubblico nel museo ad esso dedicato nella zona dove si trovava il vecchio cantiere navale militare, stupendo tesoro archeologico per le sue sculture ed intarsi.

I tecnici odierni, a nave recuperata, cercarono di riesaminare le cause della sciagura e le attribuirono alle lacunose nozioni tecniche dell'epoca. I costruttori di navi del Seicento non erano in grado di fare disegni di progetto nè calcoli matematici di stabilità; l'unico ausilio a loro disposizione era una tabella che riportava certe misure, un documento che veniva spesso conservato in segreto e tramandato di padre in figlio.

Spesso, quindi, ogni nave veniva costruita sullo schema della precedente. Ma le cose non stavano così con il "Vasa" che era un vascello ben più grosso e carico di artiglieria più pesante rispetto alle navi precedenti. Quella che doveva essere una nave bella e grande diventò invece troppo grande e troppo forte; diventò insomma un esperimento.

Con i vascelli abbastanza simili fra di loro, le potenze navali europee entrarono in gara per il dominio del mare; la gara fu vinta dall'Inghilterra verso la metà del Seicento. Il primo ad adoperarsi per costruire una grande flotta capace di imporsi su ogni altra marina europea fu il "Lord Protettore" Oliviero Cromwell, che portò il suo paese ad un grado di potenza e di prestigio mai visti prima e la marina inglese dominò i mari fino al tempo della regina Vittoria, per lo slancio dei suoi ammiragli fin dagli anni precedenti, per la migliore arte della navigazione, per i determinati sforzi di eccellere nell'artiglieria e per la superiorità numerica delle sue navi da guerra. La marina francese era la seconda: nave per nave, i vascelli da guerra francesi erano meglio costruiti di quelli inglesi ma erano minori in numero. Ma, oltre ad un accorgimento tecnico, la supremazia

navale inglese fu dovuta all'adozione di una nuova tattica di combattimento.

L'accorgimento tecnico fu il modo di imbrigliare il rinculo dei cannoni con delle funi per mantenerli abbastanza in linea con il portello e permettere così una facile ricarica.

I cannoni precedenti erano strettamente fissati alle paratie o alle murate, con le volate puntate fuori dal portello per impedire il rinculo; questo rendeva molto difficile la ricarica nella foga dell'azione. La precedente tattica navale inglese era stata basata su gruppi di cinque navi schierate in circolo e soltanto una alla volta sparava le sue bordate contro il nemico mentre le altre erano impegnate a ricaricare. Imbrigliando il rinculo, gli inglesi quintuplicarono il ritmo di tiro. Da questa esperienza, il grande Robert Blake formalizzò il concetto della formazione della "linea di fila". poiché tutte le navi avevano i cannoni allineati lungo i fianchi per far fuoco dai portelli dei pezzi e non era possibile puntare i cannoni per sparare per chiglia, ne conseguiva che potevano colpire una nave nemica solo navigando parallela ad essa; con le navi in linea di fila, in formazione serrata ad intervalli regolari in modo che ognuna fosse in grado di sostenere quella che aveva vicino, si ottenne la massima potenza di fuoco della bordata: la flotta, suddivisa per squadre per maggior controllo, divenne un complesso formidabile. La "linea di fila" prese il posto, in tutte le marine, della "linea di fianco", che era stata la caratteristica delle navi a remi. Una volta che le due linee erano parallele l'una all'altra, l'importante era che le navi amiche non ostacolassero reciprocamente i loro campi di tiro e distribuissero correttamente i bersagli fra di loro.

La difficoltà di controllare un gran numero di navi che si estendeva per parecchie miglia di mare, creò notevoli problemi per combinare la tattica navale e la navigazione. Furono escogitati rudimentali segnali con bandiere-di notte, più limitatamente, con fanali di diversi colori- ma anche quando questi raggiunsero l'apice della sofisticazione più di un secolo più tardi, furono frequentemente inadeguati per un comandante al fine di comunicare precisi ordini ai suoi subordinati. Anche se le bandiere potevano trasmettere esattamente e rapidamente i suoi ordini, la distanza, la nebbia, il fumo delle cannonate e la confusione della battaglia, tutto rendeva questo sistema un mezzo di comunicazione incerto. Così la marina inglese sviluppò il suo sistema di "Fighting Instructions" (Istruzioni di combattimento) che tentò una comune e comprensibile procedura dottrinale per affrontare ogni possibile e prevedibile contingenza. Queste istruzioni furono ulteriormente incrementate con ordini dettagliati dati dall'ammiraglio ai suoi subordinati prima di prendere il mare e di nuovo prima di ingaggiare battaglia. Ma poiché nessuna battaglia può essere uguale ad un'altra e neanche due nemici possono reagire nello stesso modo, sorsero sempre delle situazioni che le "Istruzioni di combattimento" non avevano previsto. Questo condusse, in Inghilterra, all'emergenza di due scuole di pensiero riguardanti la tattica navale. Ambedue concordavano di entrare in battaglia con la formazione in linea di fila cercando di essere sopravvento al nemico per avere la scelta di avvicinarsi o allontanarsi secondo le circostanze della battaglia. Ma, una volta impegnata la battaglia, le scuole differivano su come dovesse essere combattuta. La scuola "formale" sosteneva la necessità di mantenere la linea di fila praticamente ad ogni costo fino all'ottenimento della completa vittoria. Ogni nave do-

veva impegnare il nemico con i suoi cannoni alla distanza più ravvicinata possibile ma, nello stesso tempo, doveva seguire la scia del vascello che la precedeva, così l'ammiraglio poteva sempre sapere dove erano le sue navi ed esercitarne il controllo. La scuola di "mischia" riteneva che, se si presentava l'opportunità, l'ammiraglio doveva lasciar liberi i suoi capitani di uscire dalla linea per attaccare in massa – o meno – gli elementi più vulnerabili della forza nemica. I sostenitori della "mischia" contavano sul giudizio e l'esperienza dei comandanti in sottordine e sul tradizionale spirito combattivo della Royal Navy per sfruttare il meglio delle opportunità poiché era praticamente impossibile dare sul momento ordini adeguati. Alla fine del XVII secolo erano stati sperimentati ambedue i sistemi, ognuno con alterni risultati di successo e fallimento. Per una varietà di ragioni, i "formali", a quel tempo, ebbero la prevalenza per più di un secolo.[11] L'unica deviazione da questa dottrina avvenne alla battaglia di Trafalgar, nel 1805, quando l'ammiraglio Nelson attaccò le navi franco-spagnole avanzando su due colonne parallele perpendicolarmente alla lunga fila di navi nemiche, la tagliò in tre tronconi e affrontò il nemico a distanza ravvicinatissima.

Benché esistesse un "tipico" sistema di tattica e fosse ampiamente dettato dalla natura della tecnologia in uso, all'interno di tale sistema fu lasciato molto spazio alla variazione ed all'originalità. In particolare, le due più importanti marine del periodo – l'inglese e la francese – furono notoriamente differenti nel campo della tattica.

Essendo orientati offensivamente, gli inglesi, di norma, sceglievano di entrare in battaglia con il vento alle spalle (sopravvento) che consentiva loro di piombare il più rapidamente possibile sul nemico. Per contro, i francesi, usualmente, avevano il vento in faccia, vale a dire manovravano "sottovento". Questo significava che essi non erano in grado di iniziare un'azione contro la volontà del nemico, ma potevano sempre ritirarsi, se necessario. A queste condizioni, i cannoni inglesi diretti contro il nemico erano puntati verso il basso contro i suoi scafi. Con il vento di fronte, i cannoni francesi erano puntati verso l'alto contro gli alberi e le attrezzature. Queste differenze erano accentuate dal fatto che, mentre gli inglesi contavano sull'artiglieria ed addestravano i loro cannonieri ad un alto grado di efficienza, i francesi avevano l'abitudine di collocare i loro fanti di marina sugli alberi per spazzare la coperta nemica con il fuoco delle armi leggere; in questo modo fu ucciso Nelson a Trafalgar. La superiorità degli inglesi nell'artiglieria e probabilmente la miglior arte della navigazione, significò che spesso emersero come vincitori nonostante il fatto che molte delle loro navi fossero più piccole, più lente e meno ben disegnate.[12]

Per inciso, a seguito della nuove armi e tattiche, gli equipaggi, prima della battaglia dovevano seguire precise procedure: per evitare lo scoppio di incendi a bordo si mandavano degli uomini sul sartiame per bagnare le vele; sui ponti di batteria si teneva un decimetro d"acqua, che riempiva anche molti secchi, e nei punti importanti si stendevano pelli bagnate; i carpentieri preparavano zaffi

[11] T. N. Dupuy: op. cit. pp. 123-125

[12] M. Van Creveld: "Tecnology and War" - The Free Press, Macmillan Inc. , New York, 1989 pp. 134-135

e lastre di piombo per riparare le falle; soldati muniti di granate incendiarie si insediavano sugli alberi; il barbiere si preparava ad amputare gli arti con sega e coltelli; gli artiglieri prendevano il loro posto presso i cannoni dove si preparavano scorte di proietti; a causa del rischio d'esplosione, la polvere da sparo non si teneva mai presso i cannoni ma la si andava a prendere in fondo alla nave dopo ogni bordata. Le procedure di caricamento e di puntamento erano complicate: prima che il comandante desse l'ordine di fuoco, le operazioni da eseguire erano molte e svariate; sparare più di dieci colpi all'ora era praticamente impossibile sia per i tempi necessari al caricamento, sia per il surriscaldamento delle bocche da fuoco. I primi ad accelerare le procedure di caricamento furono gli inglesi con il metodo suaccennato dell'imbrigliamento dei cannoni.

Nel corso degli anni, le navi non solo aumentarono le loro dimensioni ma incominciarono ad assumere un disegno uniforme. Non ci voleva un grande sforzo di immaginazione per rendersi conto che una squadra di navi delle stesse dimensioni e delle stesse qualità veliche era molto più facile da comandare in battaglia – e particolarmente nei preparativi – che non una squadra di navi di dimensioni diverse. Fu così introdotto un sistema di classificazione delle navi che non dipendeva strettamente dalle dimensioni ma piuttosto dal numero dei cannoni che imbarcavano, il che in pratica era la stessa cosa. In Gran Bretagna si adottarono sei classi. Le navi di prima classe imbarcavano 100 cannoni o più, quelle di seconda classe da 80 a 98, quelle di terza da 60 a 74, quelle di quarta da 44 a 55, quelle di quinta da 30 a 40 e quelle di sesta da 24 a 28. Le classificazioni delle altre potenze marittime imitarono molto da vicino quelle inglesi. In generale, le navi di quarta classe venivano chiamate incrociatori e quelle di quinta e di sesta fregate. Seguivano poi navi minori quali le corvette, i brigantini, i cutter e le bombarde; queste ultime unità erano adibite a compiti ausiliari: esplorazione, caccia ai corsari ed ai pirati,protezione dei convogli mercantili le corvette (e molto spesso anche le fregate); scoperta,vigilanza,trasmissioni di messaggi i brigantini e i cutter; azioni contro costa le bombarde.

I cannoni imbarcati da un vascello andavano dal 42 libbre, montato sul ponte di batteria, ai 12 libbre, con qualche cannone più piccolo, montati in coperta ed a poppa. La misurazione era fatta in base al peso della palla sparata. La gittata massima di un 42 libbre era di circa 1500 mt. , ma quella utile non superava i 750 mt. Quasi tutti gli ammiragli e i comandanti preferivano combattere a una distanza molto più ravvicinata: quella di solito osservata dai capitani britannici e olandesi era chiamata "mezzo tiro di pistola" e corrispondeva a circa 55 mt. I comandanti francesi e spagnoli cercavano di solito di impegnare il nemico a distanze maggiori allo scopo di tirare agli alberi e all'attrezzatura e così danneggiare il nemico senza affondarlo.

Un vascello di prima classe del XVIII secolo aveva un dislocamento di circa 2000 tonnellate e un equipaggio di circa 850 uomini;era lungo circa 60 mt. al ponte di batteria, con una lunghezza di chiglia di circa 50 mt. ed una larghezza di 16 mt. Nel XIX secolo il suo dislocamento era aumentato a 2600 tonnellate, principalmente allo scopo di imbarcare cannoni più grandi. Uno di questi era la "carronata", un'invenzione della Carron Iron Founding and Shipping Company of Falkirk. La carronata era un cannone a canna corta e di grosso calibro, rinforzato nella culatta in modo da metterlo in grado di sparare una pesante palla con

grande potenza a breve distanza;era adatto in modo ideale per gli scontri "a contatto di pennone". Sebbene il 42 libbre fosse ancora il più grosso cannone imbarcato, con la sola eccezione delle carronate in coperta che sparavano una palla da 68 libbre (non si teneva conto delle carronate per la classificazione dei vascelli), le altre batterie erano da 32 libbre e da 18 libbre invece delle originali 24 e 12 libbre. Di media, dopo 150 colpi, l'anima del cannone diventava inservibile e occorreva inviare il pezzo in fonderia per farlo rimettere a posto.

Sebbene fossero navi "classificate" e perciò navi di linea, le fregate, con il tempo, formarono una classe a parte. Oltre ad essere bastimenti in grado di combattere, erano anche, secondo l'espressione di Nelson, gli "occhi della flotta" che esploravano di prora alla squadra ed erano utili per servizi di blocco incrociando fuori da un porto nemico.

La loro forma si affinò con un maggiore rapporto lunghezza-larghezza e divennero di conseguenza più veloci;apparve così una nuova classe di fregate con due ponti di batteria più completi che montavano ciascuno 9 o 10 cannoni leggeri su ogni lato, raggiungendo un totale di 40 cannoni.[13]

Durante questo periodo apparvero due importanti innovazioni nella cantieristica navale. Nel 1700 la barra del timone fu sostituita da una ruota sul cassero che facilitò il governo della nave. Fu introdotto anche un rivestimento di rame subacqueo per proteggere la chiglia di legno dai danni dei cirripedi ed altri crostacei.

Anche la *scienza della navigazione* fece notevoli progressi. Nel 1598 William Gilbert fu in grado di offrire la prova che la terra stessa fosse un magnete. Poco dopo, i capitani olandesi registrarono e riportarono le deviazioni della bussola. All'inizio del XVIII secolo, il tradizionale sostegno dell'ago fu sostituito dal quadrante. Incorporando uno specchio ed un piccolo telescopio, questo strumento, per la prima volta, consentì ad un osservatore di vedere sole ed orizzonte simultaneamente, ciò significò che l'angolo fra di loro poté essere misurato senza riguardo ai movimenti della nave. Nel 1557 fu sviluppato il primo sestante fuori dal quadrante estendendo l'arco dell'ultimo da 90 a 120 gradi. Con questo, il problema di determinare la *latitudine* sul mare trovò finalmente una soddisfacente soluzione che non avrebbe potuto essere più migliorata fino all'avvento della navigazione inerziale e controllata via radio nel ventesimo secolo.

Trovare la *longitudine* rimase più difficile. Il normale metodo di navigare da un punto all'altro era di procedere sulla corretta latitudine, poi virare ad est o ad ovest fino a quando veniva avvistata la terra. Il primo tentativo di costruire un orologio da portare in mare per determinare la longitudine fu fatto da Christian Huyens nel 1675, ma il suo strumento non era portatile e non funzionava in modo soddisfacente.[14]

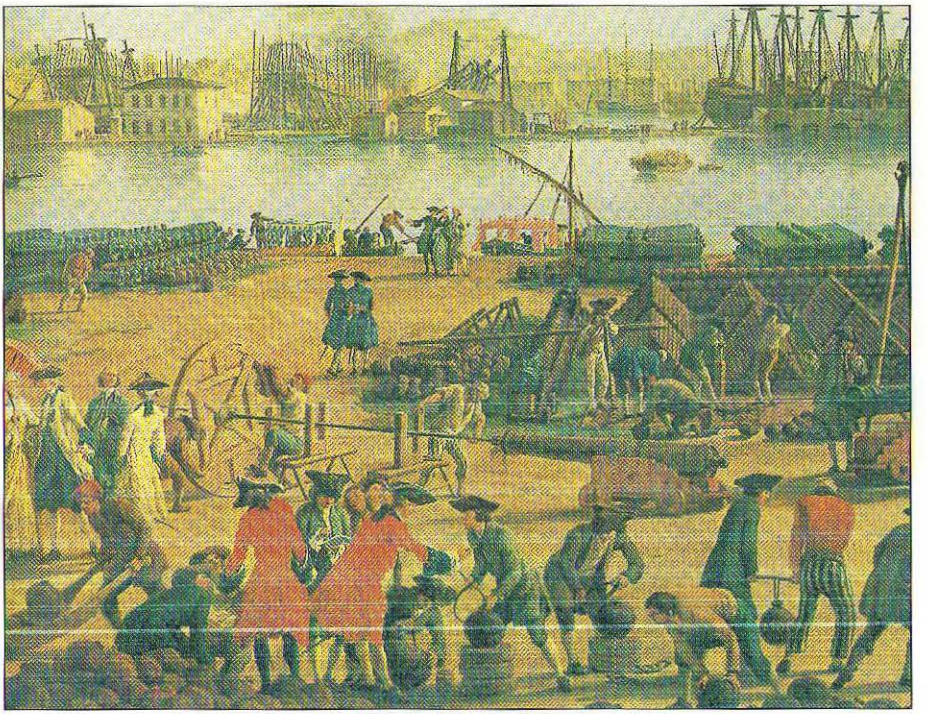
Il problema di costruire un orologio accurato, portatile e resistente alle intemperie fu alla fine risolto da John Harrison, nel 1757, con il suo cronometro n°4, che gli fruttò un premio di 20.000 sterline del "Board of Longitude".

---

[13] R. Humble: "25 secoli di battaglie navali" - Ist. Geogr. De Agostini, Novara, 1981 pp. 67-69 G. Fioravanzo: "Storia del pensiero tattico navale"- Ufficio Storico Marina Militare, Roma, 1973, p. 91

[14] M. Van Creveld: op. cit. p. 128

Picchieri e Moschettieri proteggono un carreggio attaccato da cavalieri armati di pistola



Parco di Artiglieria del Porto di Tolone

PARTE
QUARTA

I DECISIVI PROGRESSI DELLA TECNOLOGIA (Dal 1800 al 1930)

Capitolo I

LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE DEL XIX SECOLO.

Il periodo che corre fra gli ultimi anni del XVIII secolo e la metà del XX fu testimone di uno sviluppo tecnologico molto più rapido di quello verificatosi fra l'età del bronzo e la scoperta della polvere da sparo.La prima "Rivoluzione Industriale", che ebbe le sue radici nella guerra, fu costantemente alimentata da nuove invenzioni di singoli, ma promosse anche da imprenditori e governi, alla ricerca di ricchezza, conquiste, sicurezza e potere, ed il progresso della conoscenza si mosse con una velocità mai vista in precedenza. Non ci è possibile elencare, in questo preambolo, tutte le conquiste dell'uomo nei diversi campi della metallurgia, dei trasporti, dei mezzi navali, del dominio dell'aria e delle comunicazioni.Ci soffermeremo pertanto, sebbene in linea generale, su alcune pietre miliari di questo sviluppo per poi scendere nei particolari della tecnologia applicata all'arte militare.

L'evoluzione dei mezzi di comunicazione dall'antichità all'era contemporanea subì un notevole impulso provocato dall'elettricità che consentì, fra l'altro e per prima, la realizzazione del *telegrafo*.Già nel 1782, a Parigi, il monaco benedettino Dom Gauthey aveva sperimentato il telegrafo acustico: aveva fatto dare alcune martellate all'estremità di un tubo lungo 800 metri e all'altra estremità si era percepito distintamente il rumore; il monaco allora chiese un esperimento su scala maggiore, un tubo speciale, fatto apposta, lungo circa 83 chilometri, ma dato l'elevato costo, il re Luigi XVI non lo autorizzò.

Il primo a veder realizzato su vasta scala il suo telegrafo-ottico perché, non essendo ancora apparsa la pila di Volta poteva servirsi soltanto dell'elettricità statica, fu un altro religioso, l'abate Claude Chappe, che ottenne dall'Assemblea Nazionale una sovvenzione di 6000 franchi per la costruzione della sua apparecchiatura nel 1793.

Il sistema era costituito da una serie di torri, ognuna in vista di altre ad una distanza fra loro di 8-10 chilometri. Sulla cima di ogni torre era montato un grande proiettore pivottabile e mosso da funi che gli consentivano di essere bloccato in 192 posizioni differenti. Queste posizioni potevano rappresentare lettere, parole o frasi; in ogni torre si trovavano due uomini, uno per leggere i messaggi in arrivo e prenderne nota, l'altro per trasmetterli. Naturalmente, il buon funzionamento del sistema dipendeva dalle condizioni atmosferiche. Dopo una prima esperienza positiva, fu deciso di costruire due linee: una da Parigi a Landau, in Baviera – allora sotto il dominio francese – e un'altra da Parigi a Lilla; appunto su quest'ultima che l'invenzione di Chappe entrò nella storia. Mentre le truppe della Prima Coalizione stavano invadendo la Repubblica, sulla linea Lilla-Parigi fu trasmesso il messaggio della prima vittoria delle armi francesi: la presa di Condè (dopo la battaglia di Fleurus) dove i rivoluzionari si impadronirono di 161 bocche da fuoco che ne guarnivano le fortificazioni e dell'im-

portante materiale che esisteva nei magazzini, fra cui seimila fucili. Il 1° settembre 1794 Carnot, Ministro della Guerra, salì sulla tribuna della Convenzione tenendo in mano un dispaccio e disse vibrante d'emozione: "Cittadini, ecco la notizia che ci arriva in questo istante per mezzo del telegrafo che avete fatto installare. Condè è restituita alla Repubblica, la resa ha avuto luogo questa mattina alle 6".

Al telegrafo elettrico si giunse sfruttando la scoperta della magnetizzazione temporanea del ferro sotto l'effetto della corrente, dovuta al fisico danese Hans Christian Oersted ed al fisico francese Dominique Francois Arago. Se i primi telegrafi elettrici sperimentali furono costruiti da famosi fisici russi, tedeschi e inglesi, che sapevano tutto quello che si poteva sapere sull'elettricità ed il magnetismo, il primo telegrafo pratico fu merito dell'americano Samuel Morse, che costruì il suo primo apparato nel 1837; ma la prima linea telegrafica fu stesa nel 1844, dopo la sovvenzione di 30.000 dollari da parte del Congresso degli Stati Uniti. La linea collegò Washington con Baltimora ed il primo messaggio fu una citazione biblica: "Quali meraviglie ha creato Dio!" Dopo di questa furono organizzate stazioni lungo la linea a filo e venne così reso possibile un grande incremento della distanza alla quale i messaggi potevano venire trasmessi. Un altro grande contributo di Morse fu la realizzazione di un codice a punto e linea, che prese il suo nome, un notevole miglioramento considerando che le prime proposte avevano suggerito che i segnali venissero ricevuti mediante una scossa elettrica all'operatore. In seguito furono costruiti centinaia e migliaia di chilometri di telegrafo in tutte le terre del globo. Nel 1866, dopo due tentativi di scarso successo, fu posato un cavo sottomarino attraverso l'Atlantico, che collegò l'Inghilterra agli Stati Uniti.

Il telegrafo fu la prima invenzione che introdusse, sia pure in misura ridottissima rispetto ai nostri attuali mezzi di comunicazione a distanza, il fenomeno della "simultaneità", cioè il fatto che gli avvenimenti importanti fecero sentire simultaneamente le loro conseguenze su tutto il pianeta e contribuì ad accelerare il tempo della vita nei paesi industrializzati.

Il primo vero *motore a vapore* fu costruito nel 1763 dallo scozzese James Watt, ma si diffuse nel mondo dagli inizi del 1800. Da allora la rivoluzione industriale entrò nella sua fase di accelerazione: filande, fucine, altiforni, forge e innumerevoli nuove industrie ebbero a disposizione un nuovo tipo di potenza in grado di soppiantare le vecchie ruote ad acqua. Nessuna invenzione, né precedente né successiva, può stare alla pari con il motore a vapore che consentì all'umanità di non dipendere più dalla forza muscolare di uomini o animali o dalle bizzarrie dell'acqua e del vento; per di più, a differenza delle ruote ad acqua e dei mulini a vento, il motore a vapore, mobile, poté funzionare ovunque. Per quanto esso abbia ormai più di 200 anni, sopporta ancora lavori molto pesanti, aziona le centrali elettriche (alimentate a carbone, a gasolio oppure a uranio) ha fatto muovere i transatlantici e le locomotive, fa ancora muovere i sottomarini nucleari.

Watt morì nel 1819, lasciando ad altri il compito di applicare il motore a vapore ai trasporti su mare e su terra. Questo motore, applicato ad un battello, precedette quello montato su di un veicolo.

Sebbene Robert Fulton sia considerato il padre della navigazione a vapore, altri lo precedettero però con scarso successo. Nel 1783, un rudimentale battel

lo a pale azionate dal vapore, costruito dal marchese de Jouffroy, rimontò la Saona. Nel 1785, l'americano John Fitch mostrò a Filadelphia uno strano battello a remi azionati, tramite un biellismo, da un motore a vapore. Nel 1787, il battello, sul quale si trovavano George Washington e Beniamino Franklin, risalì il Delaware percorrendo più di un miglio in meno di quattro ore. Tuttavia, ambedue i progetti non ebbero seguito per mancanza di finanziamenti.

Robert Fulton ebbe maggior fortuna. Dopo aver offerto, senza successo, al Primo Console Napoleone Bonaparte la sua prima importante invenzione, il sommergibile (del quale parleremo più avanti) Fulton, nel 1797, incontrò un ricchissimo americano deciso ad introdurre in America i battelli a vapore-che incominciavano ad essere sperimentati in Inghilterra ed in Francia – Robert Livingston, che gli commissionò una nave a vapore. Questa nave, che fu chiamata "North River", una specie di chiatta rettangolare, lunga 50 metri, con il fondo piatto e le estremità stranamente appuntite, dislocante 100 tonnellate e mossa da un motore a vapore con ruote a pale, costruito in Inghilterra dall'officina Boulton e Watt su disegni di Fulton, fece il suo primo viaggio nel 1807 da New York ad Albany percorrendo le 150 miglia in trentadue ore all'andata e trenta al ritorno. Ricostruito un nuovo scafo più robusto e meno tozzo, la nave fu ribattezzata "Clermont" ed il suo successo travolse ogni scetticismo. L'era dei trasporto a vapore sul mare era incominciata.

Fulton realizzò altri battelli a vapore: dopo la sua morte nel 1815, nel 1818 la nave americana "Savannah", a vele e motore, attraversò l'Atlantico. l'anno dopo scesero in mare i primi piroscafi del Mediterraneo, "Ferdinando I" a Napoli e la "Carolina" a Trieste. Attorno alla metà del secolo il vapore fu il re dei mari per i servizi postali ed i passeggeri.

Anche per quanto riguarda i veicoli a vapore terrestri, sebbene George Stephenson sia considerato il primo costruttore di una locomotiva su binari, egli ebbe dei precursori. L'americano George Evans costruì una draga a vapore anfibia nel 1804; questa macchina trasmetteva il moto per mezzo di cinghie alle quattro ruote motrici ed anche ad una specie di ruota a pale che serviva per la locomozione in acqua e superò brillantemente la prova muovendosi su strada e nell'acqua. Richard Trevithick, nato in Cornovaglia, fece molto meglio: dopo aver sperimentato alcuni carri a vapore, cominciò a pensare all'impiego dei binari sui quali i tecnici minerari facevano muovere i carri trainati da cavalli e, nel 1804, realizzò la prima locomotiva a vapore pronta a correre su binari. Il veicolo percorse 17 chilometri in 4 ore e 5 minuti, trainando cinque vagoni che trasportavano cinque tonnellate di ferro e 70 uomini; la locomotiva ed il binario nacquero così nell'ambiente minerario come il ferro ed il carbone che furono le materie prime essenziali alla civiltà del vapore. Ma l'eccessivo peso della macchina (cinque tonnellate) spezzava le antiquate rotaie di ghisa. Dopo aver costruito altri veicoli stradali e inventato numerose macchine a vapore per svariati impieghi, morì nel 1833 senza aver potuto realizzare appieno le sue idee.

Nel frattempo, le guerre napoleoniche avevano provocato un"espansione dell'industria: era arrivato il momento di attuare una ferrovia in grado di trasportare materie prime, prodotti finiti e passeggeri. La gara fra tutti coloro che avevano compreso questa esigenza fu vinta dall'inglese George Stephenson – assistito dal figlio Robert – che dopo aver costruito, nel 1814, un trenino desti-

nato a trasportare il carbone dalla miniera di Killingworth al porto d'imbarco, realizzò la vera e prima ferrovia del mondo. Sostituì le vecchie rotaie di ghisa con rotaie di ferro battuto e le dispose in parte su supporti di pietra e in parte su blocchi di legno tagliati da tavole da marina ben stagionate; apportò alla sua locomotiva perfezionamenti sostanziali ed ottenne l'autorizzazione ad aprire una linea ferroviaria per il servizio pubblico.

Il 27 settembre 1825, la locomotiva – chiamata "Locomotion" – trainò il primo treno regolare con dei passeggeri nel suo viaggio inaugurale, lungo 40 chilometri, che congiunse il distretto minerario di Darlington con la città di Stockton, poco lontana dal mare.

Dopo il boom delle ferrovie che seguì la linea di Stephenson – fra il 1830 ed il1850 vennero costruite in Inghilterra strade ferrate per la lunghezza di seimila miglia – la locomotiva su binari si diffuse in tutta Europa: in Italia, la prima ferro via venne inaugurata a Napoli il 3 ottobre 1839: lunga esattamente 7250 metri, collegò Napoli con Portici; la seconda fu la Milano-Monza, che fece il suo viaggio inaugurale il 18 agosto 1840, percorrendo 13 chilometri in soli venti minuti. A queste ne seguirono molte altre; Cavour, nel 1846, scrisse sulla "Nouvelle Revue"di Parigi: "... nessun paese, più dell'Italia, è in diritto di fondare sull'azione delle ferrovie le sue più grandi speranze."

Il telegrafo elettrico e la ferrovia si svilupparono simultaneamente. Nel servizio ferroviario in generale, fu necessario conoscere esattamente quando la linea era libera e quando era in uso, per consentire al traffico di scorrere in ambedue le direzioni su di una singola linea, fornita anche di binari di raccordo, era necessario conoscere quali punti sarebbero stati raggiunti e da quali treni; i treni dovevano viaggiare ad una velocità prefissata e secondo orari prestabiliti: tutto questo fu possibile affiancando alle linee ferroviarie le linee telegrafiche per le necessarie segnalazioni. Quando l'intero sistema non si limitò più ad una sola linea ma si sviluppò in un'intera rete ferroviaria, con molti treni che viaggiavano a differenti velocità in molte direzioni e che si fermavano in diverse stazioni, il compito del controllo del traffico divenne formidabile e non sarebbe potuto essere esercitato senza il telegrafo.

Per quanto riguarda i progressi della *metallurgia*, per non annoiare il lettore con particolari eccessivi, riteniamo opportuno riportare la sintesi che si trova nell'interessante opera già precedentemente citata.

Nell'ultima parte del XVIII secolo, l'aumentato costo del ferro fucinato risultante dalla diminuzione della disponibilità del legname in Europa, pose un serio problema. La risposta definitiva a questa necessità fu l'uso del cosiddetto processo di "*puddellatura*", nel quale il metallo fuso veniva agitato da una lunga sbarra d'acciaio in una fornace a riverbero alimentata a carbon fossile: questo ebbe l'effetto di esporre tutto il metallo, non soltanto quello in superficie, all'aria, ottenendo perciò una più completa decarburazione che lo trasformò in ferro malleabile. Il ferro prodotto con la puddellatura era inferiore al ferro fucinato ma molto più economico. Nel 1829 si ebbe un ulteriore miglioramento con l'introduzione dell'aria preriscaldata (deumidificata), usando i gas esausti dell'altoforno. Questa innovazione rese possibile produrre un quantitativo di ferro superiore di tre volte a quello del ferro puddellato, con la stessa quantità di combustibile. Un altro sviluppo fu il metodo di puddellatura "umida", con il

quale il pavimento del forno veniva rivestito di scorie contenenti ossido di ferro che, combinato con il carbonio nel metallo per produrre monossido di carbonio sotto la superficie, risultava in un'effervescente agitazione che accelerava la decarburazione. La totale produzione di ferro in Inghilterra, nel 1720, era stata di 20.000 tonnellate; nel 1850, l'Inghilterra produceva 2,5 milioni annui di tonnellate di ferro.

Il primo significativo perfezionamento degli antichi processi fu sviluppato intorno alla metà del diciottesimo secolo. Beniamino Huntsman inserì nella camera di fusione, riscaldata da carbon fossile, dei piccoli crogioli di argilla speciale e, mediante un flusso particolare, riuscì a produrre un acciaio fuso completamente libero da silice o scorie ad un costo leggermente inferiore a quello ottenuto con altri metodi. Tuttavia il prodotto, sfortunatamente, non poteva essere saldato e la sua eccessiva durezza andava a detrimento per certi usi. Questa tecnica, ciononostante, divenne la base dell'industria dell'acciaio di Sheffield e fu ampiamente copiata in Europa. Nessun altro miglioramento degno di nota si verificò fino alla metà del diciannovesimo secolo e l'alto costo dell'acciaio, insieme alle imperfezioni dello stesso materiale, continuò ad impedire il suo uso nella fabbricazione dell'artiglieria pesante.

I Krupp della Renania crearono la loro reputazione durante la prima metà del diciannovesimo secolo con la produzione di un acciaio fuso di qualità superiore e, nella metà del secolo producevano pezzi d'artiglieria d'acciaio in numero molto limitato. Un modello di disegno avanzato, mostrato alla Grande Fiera del 1851 in Inghilterra, attirò molta attenzione e fu l'annuncio di futuri sviluppi. L'acciaio Krupp aveva una duttilità quattro volte maggiore del ferro fuso e due volte di quello fucinato. Eppure, i tecnici d'artiglieria consideravano l'acciaio troppo fragile (parecchi cannoni d'acciaio Krupp erano scoppiati da quando era stato costruito il primo nel 1847) e mancante di uniformità per sostituire le più affidabili armi di ferro e di bronzo, particolarmente perché questo periodo stava assistendo all'inizio di una rivoluzione nel disegno e nella fabbricazione dei cannoni usando questi tradizionali metalli.

La produzione dell'acciaio di qualità abbastanza buona, in quantità e costo paragonabili alla produzione del ferro, fu resa possibile mediante il processo "Bessemer". Quasi nello stesso tempo, i fratelli Siemens in Inghilterra, stavano sviluppando un processo di termorigenerazione usando gas di scarico ad alta temperatura per preriscaldare il combustibile e l'aria. Il processo "a crogiolo aperto" Siemens-Martin, sviluppato pochi anni più tardi, usò un forno a recupero per fondere ghisa grezza mischiata con rottami di ferro o acciaio; il processo Siemens usò ghisa con minerale di ferro. Il prodotto base di tutti questi processi fu l'acciaio "dolce", più duro del ferro fucinato ma meno dell'acciaio "gonfio" prodotto con i vecchi processi. Fornì il materiale per una grande varietà di usi: cancelli, caldaie, strutture di navi e di case e lamiere metalliche. Fra il 1856 ed il 1870, il prezzo dell'acciaio diminuì del 50 per cento e la sua produzione si sestuplicò. Nel 1863 furono costruite la prima nave e la prima locomotiva con questo materiale. Nel 1900, la produzione di acciaio inglese fu di 4, 9 milioni di tonnellate, quella tedesca di circa 8 milioni, quella americana di 10 milioni.

La più significativa serie di sviluppi nella metallurgia dell'acciaio fu negli acciai legati per speciali applicazioni. Faraday aveva prodotto acciaio al cromo e al

nickel nel 1818, ma non fu fino al 1868 che Mushet incominciò a produrre acciaio al carbonio-tungsteno-manganese, con il quale si poterono costruire utensili resistenti e durevoli senza la tecnica della tempera. Acciaio al cromo per corazze e granate fu prodotto in Francia nel 1877. Sir Robert Hadfield di Sheffield scoprì come fare l'acciaio al manganese con la tempera e Le Creusot incominciò a produrre acciaio al nickel nel 1888. Tutti questi progressi derivarono dalla nuova scienza della metallografia, lo studio della struttura dei metalli. Dalla scoperta dei raggi X di Rontgen, derivò, fra le altre cose la scienza della *cristallografia* che portò ad ulteriori perfezionamenti negli usi dei metalli. Le tecniche per la produzione di massa portarono anche ai processi di finitura e laminazione.

L'*alluminio*, che sarebbe diventato il materiale base della moderna industria aeronautica, fu prodotto sperimentalmente dal minerale all'inizio del diciannovesimo secolo, ma il processo risultò troppo costoso per un'applicazione diffusa. Nel 1886, Carlo Martin Hall sviluppò un processo di produzione elettrolitica di alluminio da allumina (ossido di alluminio contenuto nella bauxite) fusa, disciolta in criolite liquefatta (estratta in Groenlandia ma più tardi prodotta sinteticamente). Ciò inaugurò l'era dei metalli leggeri e delle loro leghe, basata sulla produzione di massa con l'elettricità più economica. Le leghe di alluminio e magnesio con altri metalli leggeri, sfidarono l'acciaio ed il rame in molti campi, inclusi la trasmissione dell'energia elettrica, gli utensili da cucina e l'edilizia.[1]

L'invenzione del *telefono* e i suoi primi passi sono troppo noti perché noi ci si debba dilungare. Nella seconda metà del XIX secolo il telefono era, per così dire, nell'aria: dopo l'invenzione del telegrafo, il passo successivo era inevitabilmente la trasmissione diretta della voce e molti, in Europa e in America, eseguivano esperimenti in questa direzione.

Non vi è alcun dubbio che l'inventore del telefono sia stato Antonio Meucci, che costruì un prototipo non funzionante nel 1856 e lo descrisse chiaramente agli amici: "... l'invenzione consiste in un diaframma vibrante e in un magnete elettrizzato... il diaframma, vibrando, altera la corrente e queste alterazioni, trasmettendosi all'altro capo del filo, imprimono analoghe vibrazioni al diaframma ricevente, riproducendo la parola. "Ma il suo prototipo era puramente meccanico anche se il principio era giusto. Nel 1871 Meucci cercò di brevettarlo, ma non riuscì per mancanza di denaro e si dovette accontentare della registrazione della richiesta di brevetto provvisorio, rinnovabile di anno in anno. Furono quindi le sue difficoltà finanziarie, e non la mancanza di idee ad impedire che Meucci divenisse per la storia l'inventore del telefono.

Cinque anni più tardi, Alexander Graham Bell brevettava il suo apparecchio. Meucci gli fece causa che si concluse nel 1887, quando il giudice Wallace di New York diede la vittoria a Bell, riconoscendo però che "... senza dubbio egli (Meucci) impiegò un conduttore meccanico e suppose che elettrificando l'apparecchio avrebbe ottenuto un risultato migliore... ma nulla dimostra che abbia raggiunto qualche risultato pratico oltre a quello di convogliare meccanicamente la parola... " Meucci morì, povero e disperato, nel 1889 e due anni dopo, la Corte Suprema americana archiviò definitivamente il caso.

---

[1] T. N. Dupuy: op. cit. pp. 173-175

Bell, sfruttando lo stesso principio di Meucci – ma non esiste alcuna prova che l'abbia copiato dall'italiano – percorse la stessa strada, allungandola però con diverse sperimentazioni di alterno successo fino a quando mise a punto l'apparecchio che venne brevettato nel 1876. La prima dimostrazione ufficiale del suo funzionamento avvenne nello stesso anno, all'Esposizione di Filadelphia, organizzata per il primo centenario degli Stati Uniti, davanti alla commissione dei giudici del settore elettrico dell'esposizione, presieduta dal famoso fisico inglese William Thomson. L'apparecchio di Bell era costituito da tre trasmettitori, due di tipo elettromagnetico e uno del tipo a membrana con acqua e solfato: i fili che uscivano dai trasmettitori correvano per circa cento metri fino ad un ricevitore posto all'altra estremità del padiglione. Bell incominciò a cantare in uno dei trasmettitori e Thomson, portatosi all'orecchio il ricevitore, sentì stupefatto uscirne il canto. Le successive esibizioni di Bell con il suo telefono ebbero un successo sempre più crescente negli Stati Uniti da qui in Europa e, gradatamente, in tutto il mondo.

In conclusione, si può affermare che Meucci fu il primo ideatore del telefono, ma Bell ebbe il merito di aver perfezionato l'idea, di averla resa pratica e di averla diffusa in tutto il mondo.

Quasi contemporaneamente al telefono fu realizzato il primo *motore a combustione interna* o *a scoppio*. I primi veicoli stradali a propulsione autonoma erano apparsi con il vapore: tricicli, carrozze, autobus. Ma il primo veicolo a vapore era nato per tutt'altri scopi: nel 1771, Nicholas Joseph Cugnot, un tecnico svizzero che lavorava per l'esercito francese, dopo alcune difficoltose esperienze, aveva costruito, presso l'Arsenale Reale di Parigi, un carro a vapore per il traino dei pezzi d'artiglieria, sul quale rimane il dubbio che abbia mai funzionato. I veicoli che seguirono non ebbero vita facile a causa di svariati inconvenienti: la pesantezza, il fumo e le ceneri provocati dalla caldaia, i sobbalzi provocati dalle ruote a cerchione metallico, dalla scarsa governabilità e dai freni praticamente inesistenti.

Nei primi decenni del XIX secolo i carri a vapore scomparvero gradatamente – salvo qualche caso isolato – eliminati sopratutto dalle nuove strade ferrate. Doveva essere trovata un'altra forza che avrebbe reso il mezzo di trasporto autopropulso più praticabile: questa forza provenne dal motore a combustione interna. L'idea di provocare il rapido movimento di un pistone attraverso un'improvvisa espansione di un gas (esplosione) risale ai primi proiettili sparati da un cannone: infatti vennero costruiti prototipi impiegando polvere da sparo e in seguito trementina e gas illuminante, ma con scarso successo.

Quando, nel 1859 in Pennsylvania, Edwin Drake perforò il primo pozzo di petrolio, diede il via allo sfruttamento di questo combustibile che da lunghissimo tempo era conosciuto ma mai disponibile, a quel momento, in quantità che apparvero illimitate. Il combustibile liquido era molto più economico di quello solido, sia per il magazzinaggio sia per il trasporto e più sicuro di combustibili gassosi come l'idrogeno. Da tempo gli inventori avevano tentato, come suaccennato, di costruire un motore a combustione interna, ma fu soltanto nel 1862 che un francese, Alphonse Beau de Rochas, descrisse una soluzione pratica. Egli ipotizzò che un pistone succhiasse del combustibile gassoso in un cilindro, lo comprimesse all'estremità superiore e, dopo averlo fatto esplodere, espelles-

se i gas combusti con un movimento verso il basso e ripetere il ciclo in quattro tempi.

Fu tuttavia il tedesco Gottlieb Daimler che nel 1880 costruì il primo motore a combustione interna di petrolio raffinato (che in seguito si chiamò benzina); ma questo si dimostrò pesante, lento e rumoroso. Fu soltanto nel 1885 che, con l'aiuto di Wilhelm Maybach, progettò, costruì e brevettò un motore piccolo, leggero e compatto a quattro tempi che fu il vero progenitore delle nostre automobili, ma che fu montato per la prima volta su di una bicicletta. Il problema principale del motore era l'accensione. Il sistema di Daimler era quello "a tubo caldo": esso di basava su di un piccolo tubo di platino che veniva avvitato in una delle basi del cilindro come una moderna candela di accensione; un becco Bunsen, alimentato da un piccolo serbatoio di benzene, riscaldava questo tubetto fino al calor rosso: quando il pistone, durante la sua risalita, comprimeva la miscela nel cilindro, parte di questa entrava in contatto con il tubo e provocava l'accensione. Il sistema non era molto funzionale: innanzitutto, prima di poter avviare il motore con l'apposita manovella occorreva accendere il becco Bunsen con un fiammifero, il che non era agevole nei giorni ventosi, in molti casi, inoltre, il becco Bunsen rischiava di spegnersi durante la corsa e, in caso di incidente, il veicolo rischiava di bruciare completamente. Daimler era molto più interessato ai motori che alle automobili e infatti installò i suoi motori su battelli, tram e anche su primitivi dirigibili; ovviamente era consapevole della possibilità di installarli anche su veicoli stradali e dimostrò questa possibilità montando il suo motore sulla sua carrozza, togliendone, ovviamente, i cavalli.

Fu Karl Benz che, quasi contemporaneamente a Daimler, realizzò il motore ad accensione elettrica con scintille provocate da una candela collegata ad una batteria. Il primo motore di Benz fu montato su di un triciclo prima di esserlo su di un carro a quattro ruote. Un altro inventore tedesco, Rudolf Diesel, nell'agosto 1892, brevettò il motore "a iniezione", che porta il suo nome e che impiegò anziché benzina un olio pesante ricavato dalla distillazione del petrolio. Il suo funzionamento si basò sul principio di comprimere in un cilindro l'aria ad una pressione sufficientemente alta (30-40 Kg./cm^2) in modo da determinare un notevole innalzamento della temperatura fino a circa 700°C e di iniettare in tale ambiente, sotto forma di minutissima nebbia, l'olio pesante. Questo s'incendiava e si verificava una combustione graduale che continuava mano a mano che nuovo combustibile veniva introdotto nella camera di combustione; ne conseguiva un aumento di volume della massa gassosa la quale imprimeva la spinta motrice nello stantuffo che, nel 1° tempo, (il motore era a quattro tempi come quello a benzina) aveva eseguito la compressione dell'aria.

Daimler, Benz e Diesel emersero fra tutti gli altri inventori di veicoli autopropulsi e diedero il via alla moderna industria automobilistica. I motori a combustione interna e ad iniezione furono subito considerati i sostituti del cavallo e l'energia da essi prodotta fu misurata in cavalli-potenza (PS=pferdestarke in tedesco e HP=horsepower in inglese) ed i loro veicoli "carri senza cavalli" o"automobili", spesso disegnati e costruiti da fabbricanti di carrozze a cavalli, i prodotti dei quali avevano imboccato la via dell'estinzione. Inclini a guastarsi se sottoposti a severe vibrazioni e ad infliggere ai passeggeri violenti scossoni percorrendo le accidentate strade di quel tempo, i nuovi veicoli furono dotati di siste-

mi più robusti e idonei ad ammortizzare le scosse e gli urti. Nello stesso tempo, le ruote di legno cerchiate di ferro furono sostituite da quelle con tubo pneumatico di gomma, un'invenzione brevettata in Inghilterra da Robert Thompson nel 1845 e migliorata e fabbricata da John Dunlop in Irlanda nel 1888. All'inizio del 1900 le automobili viaggiavano a 35-40 chilometri all'ora ed i loro ricchi proprietari incominciarono a richiedere miglioramenti delle strade – dando l'avvio ad un'altra nuova industria per rendere levigata e durevole la loro pavimentazione – ed alla creazione di una rete di moderne vie di comunicazione per servire il numero sempre crescente di automobili ed autocarri. Stava iniziando la grsnde rivoluzione dei trasporti terrestri.

La *conquista dell'aria* fu sempre nella mente dell'uomo fin dall'antichità. Dopo la leggenda di Icaro, altre leggende, nordiche, asiatiche e africane, parlano di uomini con le ali o trasportati da cavalli alati. L'uomo sognò sempre di muoversi nell'aria ad imitazione degli uccelli, senza rendersi conto della complessa struttura delle ali e del fatto che la muscolatura di un uccello è, in rapporto al suo peso ed alle sue dimensioni, molto più forte della sua. Non sapeva nemmeno che, per esempio, un piccione in volo inspira ed espira 400 volte al minuto o che il cuore di un passero ha 800 battiti al minuto e sono queste doti che forniscono al sangue ossigeno sufficiente ad alimentare il grande sforzo dei muscoli. Molti si illusero, lanciandosi da una torre con un paio d'ali, ma quasi tutti ci lasciarono la vita.

Ruggero Bacone, monaco inglese del XIII secolo, ipotizzò una "macchina per volare" nel suo "Segreti dell'arte e della natura": "... Una macchina di questo genere deve essere costituita da una grossa sfera di rame o di un altro metallo adatto, che sia stato battuto in modo di risultare il più sottile possibile; la sfera deve essere riempita di aria eterea o di fuoco liquido e deve essere lanciata da un punto elevato nel vuoto dove navigherà come un vascello sull'acqua. " Nel 1670, vent'anni dopo la scoperta della pompa da vuoto fatta da Otto von Guericke, un gesuita italiano, Francesco Lana-Terzi, propose di costruire con rame molto sottile quattro sfere del diametro di sei metri e di fare in esse il vuoto aspirando l'aria con una pompa; in virtù della differenza di peso specifico, le sfere di rame vuote avrebbero dovuto sollevarsi nell'atmosfera sostenendo una barchetta che, con l'aiuto delle vele e dei remi, si sarebbe potuta condurre per il cielo; il Lana sapeva quanto pesava l'aria e calcolò il modo di far ridiscendere le sfere lasciando entrare l'aria, tuttavia non considerò che la pressione atmosferica avrebbe schiacciato le sottili sfere.

Il primo ad impostare il problema del volo su basi scientifiche fu Leonardo da Vinci che dopo aver effettuato studi sulle ali degli uccelli, nel 1496 progettò l'"ornitottero" un apparecchio ad ali battenti mosse da energia umana. Probabilmente, rendendosi conto che l'energia muscolare dell'uomo non era sufficiente a far muovere la sua macchina, progettò un "elicottero" dotato di elica a vite mossa da una molla che avrebbe dovuto entrare nell'aria". I suoi disegni, tuttavia, andarono dispersi per essere rinvenuti soltanto nel secolo scorso.

Nel 1709, un altro gesuita, il brasiliano Laurenco de Gusmao, notando che il fumo e le faville sprigionati dal fuoco tendevano a salire, dopo aver fatto alcuni esperimenti con piccoli aerostati ad aria calda, costruì un piccolo scafo a forma di tinozza ricoperto con un telo di stoffa da vela: acceso un fuoco sotto l'aero-

stato, questo si sollevò di qualche metro ma poi s'incendiò e le esperienze del gesuita finirono lì. Ma il principio dell'aria calda era giusto.

Tutti conoscono l'impresa dei fratelli Montgolfier che trasformarono in realtà i progetti precedenti. Il 4 luglio 1783, nella piazza del mercato di Annonay, accesero un fuoco sotto un sacco di lino foderato di carta di 30 metri di circonferenza che si levò in volo salendo a 200 metri d'altezza per atterrare poi a circa un chilometro di distanza.

I primi uomini a salire sulla "Montgolfière" furono il dottor Jean-Francois Pilatre de Rozier e il marchese d'Arlandes che, il 21 novembre dello stesso anno, salirono sul terzo aerostato dei Montgolfier e volarono per dieci chilometri per più di venticinque minuti sopra Parigi. In mezzo alla folla che assisteva stupefatta all'impresa, si trovava Beniamino Franklin al quale fu chiesto: "A che cosa serve questo pallone?", al che Franklin, con grande preveggenza, rispose: "A che cosa serve un bambino appena nato?"

Circa vent'anni prima, il chimico inglese Henry Cavendish aveva isolato l'idrogeno, chiamato a quei tempi "aria infiammabile", affermando che era molto più leggero dell'aria normale. Conoscendo questa scoperta, lo scienziato francese Jacques Alexander César Charles decise di provare con questo nuovo gas. Nel timore che dai pori della carta e del lino l'idrogeno si disperdesse, chiese ai fratelli Robert, che avevano da poco perfezionato un sistema per ricoprire di gomma la seta, di costruire con la loro stoffa impermeabile un "globo volante". Il 1° dicembre 1783, l'aerostato, con a bordo Charles ed uno dei fratelli Robert, sacchi di sabbia da usare come zavorra per prendere quota e chiamato "Charlière", fece la sua prima ascensione innalzandosi dai giardini delle Tuileries.

I palloni aerostatici, mongolfiere e charliere, si moltiplicarono e compirono grandi imprese come, ad esempio, la prima traversata della Manica compiuta il 7 gennaio 1785, con un pallone ad idrogeno – munito di elica azionata a mano, remi e timoni che si rivelarono tutti inutili – dal francese Jean Rose Blanchard, che partì da Dover accompagnato dall'inglese John Jeffries ed atterrò a Calais dopo aver superato non poche difficoltà.

L'aeronautica stava nascendo ma volare significava dominare i venti e non lasciarsi spingere secondo il loro capriccio. Molti inventori, a questo scopo, usarono ruote a pale, ali battenti ed eliche, tutte azionate a mano, ma i loro tentativi risultarono vani. Il primo ad usare la forza meccanica (il vapore) per muovere un pallone – che nel frattempo aveva assunto la forma di sigaro – fu il francese Henry Giffard che, nel 1852, riuscì a condurre il suo aerostato – che poi avrebbe assunto il nome di "dirigibile" – dotato di un motore a vapore di 3 HP dall'ippodromo di Parigi a Trappes, distante una trentina di chilometri, ad una velocità di circa 10 chilometri all'ora; ma i motori a vapore, troppo pesanti, furono abbandonati. Il più leggero motore a combustione interna fu montato, nel 1898, a Parigi, su di una rozza navicella appesa ad un dirigibile, dal brasiliano Alberto Santos-Dumont: dopo aver costruito diversi modelli che subirono parecchi incidenti, Dumont divenne famoso in tutto il mondo per aver volato, nel 1901 sul suo modello n°6, da St. Cloud alla torre Eiffel, per averle girato intorno ed essere ritornato al punto di partenza in 29 minuti e mezzo. Nel 1900, il conte Ferdinand von Zeppelin iniziò la costruzione dei suoi rivoluzionari dirigibili a struttura rigida in alluminio sul lago di Costanza; il primo volò il 2 luglio dello stesso anno con cin-

que passeggeri a bordo e diede al mondo l'illusione di avere a disposizione il più pratico e sicuro mezzo di trasporto aereo, illusione che cadde nel 1936 con il disastro del dirigibile tedesco "Hindenburg" a Lakehurst, nel New Jersey.

Mentre i sostenitori del "più leggero dell'aria" si dedicavano a costruire aerostati sempre più perfezionati, altri fondavano le loro speranze sul "più pesante dell'aria" che, a loro modo di vedere, avrebbe maggiormente garantito il controllo delle vie del cielo.

Senza nulla togliere ai fratelli Wright che per primi volarono sul "più pesante dell'aria", il vero inventore dell'aeroplano fu sir George Cayley che circa un secolo prima, nel 1809, lo descrisse su di un suo libretto e su un articolo di giornale: "... Il problema è di stabilire una superficie piana di un dato peso, spinta da una forza capace di vincere la resistenza dell'aria... Ali a diedro per assicurare l'equilibrio laterale, un timone di profondità per consentire l'elevazione e la discesa, un timone di direzione per permettere la conduzione in senso orizzontale e organi motopropulsori provvisti di eliche... in questo caso la leggerezza è talmente importante che vale la pena di prendere in considerazione la possibilità di usare l'espansione dell'aria per l'improvvisa combustione di polveri o fluidi infiammabili... probabilmente si potrebbe ottenere un motore di questo genere con un apparecchio a gas leggero e bruciando l'aria infiammabile prodotta con una giusta proporzione di aria normale sotto i pistoni". Egli enunciò principi matematici sui quali doveva basarsi il volo di una macchina più pesante dell'aria, stabilì i fondamenti dell'aerodinamica risolvendo così, sebbene soltanto dal punto di vista teorico, la maggior parte dei problemi del volo.[2]

Non avendo a disposizione alcun propulsore meccanico, Cayley costruì alianti monoplani e triplani che, lanciati da un pendio, fecero sollevare un uomo per pochi metri, imitato dall'ingegnere tedesco Otto Lilienthal che realizzò alianti di diverse forme riuscendo a coprire personalmente distanze fino ad oltre 250 metri; ma nel 1896 cadde a terra da un'altezza di 15 metri perdendo la vita.

Nel frattempo moltissimi scienziati, convinti che l'uomo sarebbe riuscito a volare, costruirono macchine volanti di tipi i più disparati. Una volta venuto disponibile il motore a vapore, apparvero modelli dotati di questo genere di propulsione. I più noti inventori, tanto per citarne alcuni, furono gli inglesi Henson e Stringfellow, i francesi Penaud e Ader, l'ingegnere italiano Forlanini che fece sollevare dal suolo per qualche metro un modello di elicottero a vapore, l'americano Maxim (l'inventore della mitragliatrice); tutti gli esperimenti, purtroppo, terminarono con degli insuccessi: il motore a vapore era troppo rozzo, pesante e debole per fornire la potenza necessaria al sostentamento in aria. Nel 1868 nacque a Londra la "British Aeronautical Society" che raccolse un nutrito gruppo di appassionati del volo. Nel 1863, Gabriel de Laudelle battezzò il "più pesante dell'aria" con il nome di "aviation", dal latino "avis", uccello e "actio", azione. Nel 1908, Samuel Pierpoint Langley, professore della Smithsonian Institution", coadiuvato dal suo assistente Charles M. Mauly, dopo aver costruito diversi modelli di aereo a vapore, realizzò, finanziato dal Dipartimento della

[2] Charles H. Gibbs-Smith: "Sir George Cayley 1773-1857" - London, Science Museum, IIer Majesty's Stationery Office, 1968 pp. vv.

Guerra USA, il primo aereo con motore a benzina: nonostante avesse tutti i crismi per avere successo, all' atto del decollo la macchina si rovesciò e precipitò nel fiume Potomac; l'esercito bloccò il finanziamento e l'aereo di Langley fu relegato nella Smithsonian Institution.

Se l'esercito avesse avuto più fiducia nell'inventore ed avesse continuato ad aiutarlo forse gli Stati Uniti, con il loro potenziale industriale, avrebbero potuto vincere la gara per il primato aeronautico.

Infine, il biplano "Flyer", costruito dai fratelli Wright in legno e tela, con un motore a benzina a quattro cilindri che sviluppava una potenza di 12 HP a 1090 giri al minuto, si alzò da terra il 17 dicembre 1903 dalla spiaggia di Kill Devil Hills, nei pressi di Kitty Hawk nel North Carolina, e percorse una quarantina di metri in 12 secondi; lo stesso giorno, in un'ulteriore prova, l'aereo volò per 250 metri in 59 secondi.

L'uomo aveva finalmente trovato le sue ali.

L'ultima importante invenzione del XIX secolo fu quella del *telegrafo senza fili* che – oltre a salvare un numero incalcolabile di vite umane – insieme a quelle sopra descritte dette il via al rapido progresso tecnologico del XX secolo che raggiunse traguardi precedentemente impensabili.

Il primo a teorizzare la propagazione della luce attraverso onde elettromagnetiche, affermando che luce e scariche elettriche erano due aspetti della stessa realtà fu il fisico inglese James Clerk Maxwell, professore all'università di Cambridge, nel 1873.

Tuttavia, a dimostrare la validità delle teorie del Maxwell fu il fisico tedesco Heinrich Rudolf Hertz nel 1886. Riuscì a produrre, per mezzo di un oscillatore ed un' antenna, radiazioni elettromagnetiche sinusoidali di corta lunghezza d'onda e a rivelarle per mezzo di un rivelatore a scintilla; costruì così il primo trasmettitore e il primo ricevitore di onde elettriche – o "onde hertziane" come subito vennero chiamate – riuscendo in tal modo ad accertare la loro esistenza e ad attestarne la loro natura elettromagnetica, a dimostrare che esse si propagavano rettilinearmente e potevano venire riflesse, rifratte, polarizzate; ne determinò anche la loro lunghezza e velocità.

Fu Guglielmo Marconi al quale venne l'idea che non era venuta in mente ai grandi luminari dell'elettricità, quella di utilizzare le onde hertziane per realizzare una telegrafia che non avesse bisogno di fili. Nell'autunno 1894, il giovane Marconi organizzò un laboratorio nella casa di campagna dei genitori a Pontecchio, nei pressi di Bologna; dopo mesi di intenso lavoro mise a punto il suo sistema di trasmissione e ricezione e mostrò ai genitori che era in grado di far suonare un campanello al primo piano schiacciando un tasto al pianterreno e senza fili.. Alcuni giorni più tardi trasmise tre "click" dalla casa al prato antistante formando la lettera "S" dell'alfabeto. Morse; i tre punti – spiegò più tardi lo scienziato – avevano uno scopo: un punto solo sarebbe potuto sembrare una ricezione accidentale, un'interferenza del campo magnetico della terra o una lontana scarica elettrica; anche due punti non sarebbero stati convincenti; ma i tre punti della lettera "S", ripetuti ad intervalli regolari, sarebbero stati inconfondibili. Nella primavera del 1895, per aumentare la distanza percorsa dai segnali costruì un'antenna che collegò ad un polo del suo trasmettitore, l'altro polo lo collegò dapprima solo alla terra e poi ad un disco di

rame interrato; anche il ricevitore fu dotato di antenna a terra. Pose il ricevitore su di una collina a 1700 metri dalla villa e vi mise di guardia il fratello Alfonso con una bandiera; quando il martelletto del ricevitore avesse battuto i tre punti, Alfonso avrebbe dovuto sventolare la bandiera; Marconi battè il tasto del trasmettitore tre volte e la bandiera sventolò immediatamente. Convinto che le onde provocate dalla sua apparecchiatura dovevano aggirare o attraversare qualsiasi ostacolo frapposto, mandò il fratello con il ricevitore e con un fucile dall'altro lato della collina; scriverà più tardi: "Qualche minuto dopo incominciai ad inviare segnali manovrando il tasto dell'apparecchio e allora, in lontananza, echeggiò una detonazione. " Nel settembre 1895 presentò la sua invenzione al Ministero delle Poste e Telegrafi, ma il Ministro non dimostrò alcun interesse. Deluso, si recò in Inghilterra dove fu invece accolto con favore: diede l'avvio ad una serie di dimostrazioni che culminarono con trasmissioni che prima superarono il canale di Bristol e poi, nel 1899, il canale della Manica ad una distanza di 85 miglia. Basandosi sulla teoria che la distanza a cui poteva arrivare una trasmissione sarebbe aumentata con l'aumentare dell'altezza dell'antenna, ne costruì sempre più grandi e nel 1901 lanciò il fatidico segnale dei tre punti attraverso l'Atlantico dalla Cornovaglia a Terranova.

Le due innovazioni successive furono la "sintonizzazione" dell'apparecchio ricevente con quello trasmittente alla stessa frequenza di oscillazione e la "modulazione" dell'onda in modo da consentirle di trasmettere non solo segnali di accensione e di interruzione ma anche musica e parlato: con la prima innovazione fu possibile l'installazione di stazioni trasmittenti indipendenti che lavoravano con frequenze diverse e senza interferire fra loro; con la seconda si resero possibile le trasmissioni radiofoniche.

La vigilia di Natale del 1906, un piccolo e ignaro auditorio di radiotelegrafisti di bordo, al largo delle coste americane, ascoltò un programma non preannunciato: all'improvviso, verso le 8 di sera, essi udirono attraverso le cuffie il suono della voce di ùn uomo; un uomo che lesse la nascita di Cristo dal Vangelo di Luca, suonò al violino un brano di Handel e che, infine, augurò buon Natale. il tutto della durata di pochi minuti. La voce storica apparteneva a Reginald A. Fessenden, un ingegnere elettrotecnico statunitense, che trasmetteva dal suo laboratorio di Brant Rock, nel Massachussets.

Il colpo di fucile di Pontecchio diede la stura ad una serie di realizzazioni nel campo delle comunicazioni. Il progresso fu così rapido che, in poco più di un cinquantennio si giunse ai satelliti artificiali.

Tutte le invenzioni di cui sopra – ovviamente non le sole – delle quali abbiamo ritenuto opportuno illustrare la genesi, influirono notevolmente sulla vita dell'uomo in generale ma provocarono una prolungata rivoluzione nella condotta della guerra, sostenuta anche da molte altre forze – politiche, economiche e sociali – che si dimostrò, sotto molti aspetti, la più importante e profonda. La guerra coinvolse le nuove "nazioni" – ed in primo luogo la "nazione armata" della repubblica, e poi impero, francesi – con tutte le loro risorse umane, naturali ed industriali. Come disse Clausewitz: "La guerra va fatta con tutta la potenza della nazione".

Paradossalmente, le invenzioni ed il progresso sociale, economico e industriale, favorirono lo studio e la pratica di mezzi di distruzione di sempre mag-

gior potenza; apparvero le produzioni in serie e le macchine utensili di precisione che consentirono di fabbricare enormi quantitativi di armi necessarie ai "cittadini in armi".

Fino alla caduta di Napoleone, lo sviluppo della tecnologia e dell'arte militare era stato ortodosso e graduale, limitato ad un gruppo ristretto di persone che tenevano le redini del potere ed erano orientate a reprimere qualunque cosa apparisse sfidare il loro potere ed il loro monopolio delle innovazioni.

Le guerre napoleoniche furono combattute ancora con il fucile a pietra focaia e con il cannone ad avancarica a canna liscia; dal punto di vista dell'armamento, gli eserciti napoleonici non ebbero nulla di eccezionale. I capolavori di Napoleone furono la tattica e l'organizzazione. Le sue vittorie dipesero tutte dal suo genio tattico e dalla rapidità delle sue decisioni. Dal punto di vista organizzativo, ogni grande unità del suo esercito disponeva di una serie completa di servizi: il servizio di artiglieria, quello del genio, quello di sanità, quello del vestiario ed equipaggiamento, la sussistenza, il servizio di contabilità e amministrazione, il servizio di polizia, il servizio trasporti (unico non militare) e il servizio delle tappe per la disciplina delle linee di comunicazione lungo le quali, ogni 10-15 chilometri, vi era un comando tappa. Poco interessato alle novità tecnologiche (rifiutò il sommergibile di Fulton e accantonò gli aerostati, che si erano sollevati a Valmy nel 1792 per osservare le forze austro-prussiane), mobilitò i tecnici soltanto per trovare un miglioramento dei metodi e dei ritmi di produzione piuttosto che creare armi migliori o più micidiali. L'unica innovazione tecnica che sfruttò fu il telegrafo ottico di Chappe: fu questo sistema semaforico, per esempio, che per primo informò Napoleone che gli austriaci avevano invaso la Baviera, aprendo così la campagna che terminò ad Aspern ed a Wagram.

Nei decenni che seguirono il periodo napoleonico vennero sviluppate innovazioni tecniche che mutarono radicalmente l'arte della guerra.

Tecnologia ed arte militare terrestre.

Il progresso della tecnologia militare si verificò di pari passo con quellel della tecnologia in generale e le armi ne trassero grandi miglioramenti. Il primo contributo fu il sistema d'accensione della carica di lancio nei fucili mediante percussione di un esplosivo chimico. Nel 1799, dopo la precedente scoperta del "fulminato d'argento" da parte L. G. Brougnatelli, Edward Charles Howard aveva scoperto il "fulminato di mercurio". Nel 1807, un pastore protestante scozzese, Alexander J. Forsyth, sviluppò un fulminato mercurico che esplodeva mediante un colpo di martello e comunicava la fiammata, attraverso il focone del fucile, alla carica di polvere nella canna. Questa sostanza veniva usata allo stato pulverulento, versata a dosi fisse da una specie di boccetta metallica basculante. Nel 1814, non si sa bene ad opera di chi, fu inventata una *capsula a percussione* contenente il fulminato di mercurio, usando in successione ferro, peltro ed alla fine rame. Questa veniva posta su di un tubetto (luminello) comunicante con la camera di scoppio: la percussione del cane del fucili faceva esplodere la capsula che inviava una fiammata attraverso il luminello e il focone alla carica di polvere.

Con il sistema a percussione le "cilecche" erano ridotte al minimo e l'accen-

sione era molto più rapida che con la pietra focaia. Pioggia e umidità non influivano sull'affidabilità dell'arma, infatti, i colpi mancati si ridussero da 411 a 4, 5 per mille. In seguito, la capsula venne incorporata nella cartuccia.

Nel giro di un paio di decine d'anni il sistema a capsula venne adottato da tutti gli eserciti: dapprima vennero trasformate le armi a pietra, poi si costruirono moschetti, fucili e pistole ex-novo. L'uso della capsula permise anche di costruire le prime rivoltelle – o revolver – efficienti e non ingombranti. Nel 1836, Samuel Colt disegnò pistole e fucili a rotazione. I primi "revolver" furono ad avancarica del tamburo poi, servendosi delle cartucce metalliche (Smith e Wesson 1856) si poterono costruire quelli a retrocarica. Il problema dell'espulsione dei bossoli venne risolto dalla Smith e Wesson nel 1869 con il telaio basculante e dalla Colt nel 1889 con il tamburo a caduta libera.

Un altro importante perfezionamento delle armi da fuoco fu la *rigatura*, già adottata, come abbiamo visto, da alcuni reparti di Federico il Grande ma poi abbandonata per la lentezza di caricamento. Fu ripresa, per la prima volta nel 1810 – con il medesimo metodo di introdurre una palla di piombo tenero di diametro leggermente superiore al calibro del fucile per formare le "guide" di tenuta e rotazione e forzandola nella canna a colpi di bacchetta – dal famoso fucile americano "Kèntucky rifle". La soluzione innovativa fu trovata, nel 1827, dal capitano francese Delvigne che presentò un fucile il cui proiettile sferico si forzava soltanto con pochi colpi di bacchetta sul fondo dell'anima dove era ricavata una camera ristretta per la carica: nel 1836, i bersaglieri piemontesi e nel 1840 i cacciatori francesi ebbero carabine del sistema Delvigne. Nel 1844, il colonnello francese Thouvenin fece adottare una nuova carabina a canna rigata con in culatta un robusto stelo, di diametro metà di quello della camera di scoppio, su cui poggiava il proiettile, mentre l'estremità della bacchetta era concavo.

Sussisteva però il problema della frequente deformazione della palla di metallo tenero causata dai colpi di bacchetta; il proiettile avrebbe dovuto cadere libero nella canna come in un moschetto, per poi essere reso stagno al momento dello sparo; la forza dell' espansione doveva quindi essere fornita dai gas dell'esplosione. Fu il già citato Delvigne ad osservare che, provando proiettili cilindro-conici con base cava nelle canne rigate delle sue carabine, il piombo era forzato verso l'esterno e dentro le righe dalla pressione dell'esplosione: il proiettile, facilmente introdotto perché di diametro leggermente minore dell'anima, si era espanso in quest'ultima a tenuta di gas e fino in fondo alle righe inoltre, la sua forma cilindro-conica aumentava la precisione di tiro, la velocità iniziale e la gittata del fucile. Fu tuttavia un altro capitano dell' esercito francese, Claude Etienne Minié, che dette il suo nome al proiettile ad espansione; egli perfezionò la forma del proiettile Delvigne a base cava nel 1849 e vi aggiunse una piccola coppetta di rame che avrebbe dovuto essere spinta avanti nella base cava del proiettile dalla forza dell'esplosione, assicurando così un'espansione uniforme in tutti i sensi.[3] La superiorità del fucile rigato con proiettile cilindro-conico su quello a canna liscia fu dimostrata dai seguenti dati:il fucile a canna liscia, oltre i 400 passi era completamente inefficiente, il fucile a canna rigata

[3] G. De Florentis: op. cit. pp. 134-136

era ancora utile a 800-1000 metri; inoltre, a 100 metri il fucile a canna rigata metteva a segno il 94, 5% dei colpi, quello a canna liscia il 74, 5%; a 400 metri le percentuali scendevano rispettivamente al 52, 5 e al 4, 5.

Nei primi decenni dell'800 incominciò ad affermarsi un'invenzione ben più decisiva. Nel 1819 comparve la prima arma a *retrocarica* adottata in grande quantità da un esercito, il fucile Hall d'ordinanza americano: la camera di scoppio, con relativo cane ed acciarino, era staccabile dalla canna e si sollevava in modo da potervi introdurre polvere e palla, poi la si riabbassava e veniva trattenuta in sede da un'apposita molla. Questo sistema dava però luogo a fughe di gas, ma ciò non impedì che nel 1833 vi venisse applicato da Simeon North anche il cane a percussione. Maggiori sviluppi ebbe il fucile a retrocarica con *accensione ad ago* (Zundnadelgewehr), inventato dall'armaiolo prussiano Nikolaus Dreyse che, nel 1835, realizzò un fucile a retrocarica la canna del quale era prolungata da una "culatta mobile", così chiamata perché era avvitata alla canna e non di un solo pezzo con essa; l'otturatore era un cilindro d'acciaio scorrevole nella culatta mobile secondo l'asse di questa che, in posizione retrograda, lasciava aperta una finestra per la quale veniva introdotta la cartuccia ed in posizione avanzata andava a chiudere la culatta. Mediante una rotazione compiuta agendo su di un manubrio perpendicolare, questo si appoggiava contro una spalletta della culatta mobile bloccandosi fermamente. Il percussore era nell'otturatore e veniva spinto da una molla a spirale quando si premeva il grilletto mediante un meccanismo di scatto e veniva armato tirando indietro un bottone. Il fucile ad ago rappresentò un notevole progresso sul piano pratico poichè permise di aumentare la velocità di tiro. Prima ad adottarlo fu la marina norvegese (1842), poi ne furono armati i corpi di fanteria leggera prussiani (1847) e nel 1848 tutta la fanteria prussiana, diventando uno dei principali strumenti dell'unificazione germanica in quanto permise, in gran parte, le rapide vittorie prussiane contro la Danimarca (1864) e contro l'Austria (1866). Trascurando i vantaggi e considerando i difetti, cattiva tenuta dei gas e tendenza dell'ago a deformarsi, a rompersi e a corrodersi trovandosi al centro della combustione della polvere quando partiva il colpo, gli altri stati non vollero, per un certo periodo di tempo, seguire l'esempio della Prussia.[4]

Un miglioramento e uno sviluppo del fucile prussiano fu rappresentato dal fucile ad ago francese "Chassepot", che diede la sua prima letale prova nel 1866 contro i volontari di Garibaldi a Mentana.

Associata alle armi a retrocarica fu la realizzazione della *cartuccia metallica*, che combinò il proiettile cilindro-conico (o ogivale), la carica di lancio e la capsula in un singolo pezzo e che consentì al fuciliere di ricaricare più rapidamente e senza stare in piedi esponendosi così al fuoco nemico.

Questi nuovi sviluppi diedero l'avvio a generazioni di fucili a retrocarica fino ad arrivare ai *fucili a ripetizione* con caricamento a cartuccia e con l'applicazione di un serbatoio tubolare (sotto la canna o nel calcio). Il più famoso fucile a ripetizione con comando a leva fu il Winchester del 1866 che poteva sparare, senza essere ricaricato un numero di colpi che arrivava a quattordici; le cartucce

[4] id. id. pp. 155-156

erano conservate nel calcio e spinte da una molla di alimentazione fin sotto la camera di scoppio in cui venivano introdotte successivamente per azione della leva. Il caricatore a pacchetto o a piastrina fece nascere l'ultima generazione di fucili a ripetizione ordinaria che rimasero in servizio fino ai nostri giorni nonostante la comparsa, dapprima limitata, dei fucili semiautomatici, già da prima della Prima Guerra Mondiale. Ne citiamo alcuni: i Mauser tedeschi del 1888 e 1889, calibro 7, 9; le varie versioni dei Lee-Metford e Lee-Enfield britannici cal. 7, 7; lo Springfield statunitense M1903 cal. 7, 62; il Mossin-Nagan russo del 1891 cal. 7, 62. In Italia fu progettato e costruito, nel 1891, il famoso "modello 91', 'derivato dal fucile Carcano del 1868 e dal tedesco Mannlicher, a ripetizione con caricatore a sei colpi che si inseriva facilmente nella scatola serbatoio.

Per quanto riguarda la carica di lancio, nel 1860 fu scoperto il principio della *combustione progressiva*: fu trovato che il progredire della combustione, e perciò la pressione dei gas espansi nella canna, poteva essere rallentata comprimendo la polvere in grani di relativamente maggiore densità. Poichè i grani compressi presentavano inizialmente una superficie più piccola all'ignizione, durante i primi istanti della combustione veniva prodotto meno gas e l'evoluzione di questo continuava mentre il proiettile si muoveva nella canna. Il risultato fu una più bassa pressione massima, maggior velocità iniziale e maggior gittata. Lo sviluppo della polveri a lenta combustione fu associato a quello delle *polveri infumi* che offrirono il vantaggio di non tradire la posizione dell'arma.

Le polveri a combustione progressiva portarono all'impiego di proiettili dotati di un'incamiciatura di ottone o altre leghe che rivestiva il piombo, evitando che questo, per l'alta velocità (ormai intorno ai 700 metri al secondo), venisse stracciato dalla rigatura. L'invenzione delle polveri infumi ebbe anche come conseguenza la nascita delle armi a tiro rapido, le cui progenitrici furono le "mitragliere" che, nel secolo scorso, indicavano quelle armi destinate a fornire, con azione manuale, un tiro più rapido di quelle a ripetizione. Le prime furono la belga Falschamps e la "mitrailleuse" francese de Raffye, ma le più conosciute e diffuse furono le americane Gatling e Gardner, delle quali riteniamo opportuno dare una breve descrizione, essendo il loro funzionamento conosciuto soltanto superficialmente. La *mitragliera Gatling* era formata da un fascio di canne – da 6 a 10 – girevoli attorno ad un asse parallelo alle canne stesse, da un serbatoio per l'alimentazione e da un meccanismo grazie al quale le cartucce provenienti dal serbatoio venivano introdotte nelle canne e sparate. Le canne erano collegate fra loro – e con l'asse – mediante due dischi di bronzo; nella loro parte posteriore si trovava innanzitutto un tamburo dotato di scanalature longitudinali poste sul prolungamento della camera di scoppio delle varie canne. In queste scanalature, grazie al foro-tramoggia che attraversava il coperchio che proteggeva superiormente questa parte, arrivavano dal serbatoio le cartucce una ad una. Più posteriormente si trovava poi, contenuto e riparato da un robusto cilindro di ghisa, un altro tamburo che, in appositi canali longitudinali, portava gli otturatori. Dalle opportune scanalature elicoidali, praticate in un manicotto di bronzo coassiale al cilindro di ghisa, interagendo con delle apposite sporgenze degli otturatori e dei percussori, provocavano – quando il tutto veniva fatto ruotare – il movimento di apertura e di chiusura degli otturatori stessi e lo scatto, al momento conveniente, dei relativi percussori. Il movimento a tutto il complesso

veniva fornito tramite una vite perpetua, girando la manovella che sporgeva dal lato destro della culatta. La celerità di tiro teorica dell'arma era di 400 colpi al minuto. L'organizzazione meccanica della Gatling era concettualmente così perfetta che il sistema viene tutt'ora largamente impiegato in potenti armi a tiro rapido quali la Vulcan, il Minigun e altre.

Un'altra mitragliera meccanica che ebbe grande diffusione in Europa fu la *mitragliera Gardner*. Esternamente l'arma aveva l'aspetto di un cannoncino; un manicotto leggermente tronco conico in bronzo conteneva, sorrette da appositi diaframmi, due canne e presentava due fori ellissoidali. Nell'intenzione dell'inventore, attraverso questi fori si poteva stabilire una corrente d'aria o d'acqua oppure, chiudendo con apposito tappo quello inferiore, riempire il manicotto in questione con acqua, il tutto ovviamente per contribuire al raffreddamento dell'arma. Nell'interno della scatola di culatta, sempre in bronzo, si trovavano alloggiati i meccanismi di alimentazione, chiusura, sparo ed estrazione. Il coperchio, incernierato nella sua parte anteriore alla scatola di culatta, presentava sulla superficie esterna un'apertura per l'inserzione della tramoggia porta-cartucce e due finestre per il passaggio delle cartucce stesse. Nell'interno si trovava un telaio distributore in bronzo che, guidato da una forcella d'acciaio, aveva il compito di presentare al momento giusto una cartuccia all'otturatore che avanzava. Nell'interno della scatola di culatta, poggiati sull'apposito telaio guida, erano sistemati i due otturatori in acciaio, aventi ciascuno le seguenti funzioni: a) introdurre la cartuccia nella camera di scoppio (una manovella con un albero a collo d'oca azionata dal tiratore faceva avanzare uno degli otturatori che incontrava la cartuccia proveniente dalla tramoggia e la introduceva nella camera di scoppio); b) provocare la deflagrazione assicurando una stabile chiusura (il percussore contenuto nell'otturatore, spinto da una molla, urtava violentemente l'innesco della cartuccia determinando lo sparo); c) estrarre il bossolo (sotto l'azione del collo d'oca, l'otturatore retrocedeva estraendo il bossolo), d) imprimere un movimento di oscillazione alla già indicata forcella; e) agire, al momento opportuno, sugli espulsori (l'otturatore, retrocedendo, metteva in azione, con apposito incastro, una lunga leva detta "smuovitore" che fungeva da espulsore). Il processo era ciclico: mentre un otturatore avanzava, l'altro retrocedeva ed in questo modo si avevano due spari per ogni giro di manovella. La celerità di tiro massima era di 500 colpi al minuto. La prima in Europa ad adottare la Gardner fu la Marina britannica; seguirono poi altre nazioni, fra le quali l'Italia che la mise in servizio nell'Esercito (1886) e poi nella Marina (1888).[5]

La prima arma interamente automatica – cioè quella nella quale, per definizione, le operazioni di caricamento, sparo ed espulsione sono eseguite dall'arma stessa dopo essere stata preliminarmente armata manualmente ed il cui funzionamento duri fino all'esaurimento delle munizioni contenute in un nastro caricatore – fu realizzata dallo statunitense Hiram Maxim nel 1884. L'idea gli venne da una disavventura occorsagli quando, sparando con un grosso fucile, riportò, per il suo rinculo, grosse contusioni: pensò che la forza del rinculo avrebbe potuto essere utilizzata in qualche modo per l'operazione di caricamento. Maxim

[5] "Enciclopedia ragionata delle armi" - Mondadori, Milano, 1979 pp. 321, 323

costruì la sua "*mitragliatrice*" ad Hatton Garden (Londra); la sua arma sfruttava la forza del rinculo nel modo seguente: sparata la cartuccia, la canna e l'otturatore rinculavano assieme per un paio di centimetri; a questo punto la canna si fermava mentre l'otturatore continuava a rinculare, per la forza viva acquisita, del tratto necessario ad espellere il bossolo della cartuccia sparata ed armando contemporaneamente il percussore; una molla riportava avanti l'otturatore che spingeva nella camera di scoppio una seconda cartuccia e così via; si ripeteva il ciclo tenendo premuto il grilletto e fino all'esaurimento delle cartucce che erano sistemate in un nastro. La canna si trovava dentro un serbatoio cilindrico contenente acqua per il raffreddamento; sull'arma era anche collocato un selettore che consentiva di sparare raffiche di 10-20 colpi, a colpo singolo oppure a più colpi al minuto, fino ad un massimo di 600 colpi; un notevole vantaggio della Maxim era anche la maggior leggerezza rispetto alle mitragliere: il suo peso – una ventina di Kg. – le consentiva di essere trasportata, oltre che su di un affusto a ruote, anche da un solo uomo e piazzata su di un treppiede.

La sua apparizione in Inghilterra suscitò un grande scalpore; Hilaire Belloc scrisse: "Qualunque cosa accada, noi abbiamo la mitragliatrice di Maxim e gli altri non l'hanno". Distribuite nell'esercito britannico nel 1891, il loro battesimo del fuoco avvenne in Rhodesia durante la campagna contro gli zulù Matabeli del 1893-94; un gruppo di cinquanta fanti, con sole quattro mitragliatrici opportunamente appostate, fermò una carica di 5000 zulù che, armati di zagaglie si lanciarono in ondate successive contro gli inglesi; le mitragliatrici aprirono il fuoco solo all'ultimo momento abbattendo 3000 assalitori.

Il monopolio inglese della mitragliatrice, tuttavia, fu brevissimo: le Maxim furono adottate in varie versioni e modelli da Germania, Italia e Russia; apparvero poi, fabbricate con lo stesso principio, la Hotchkiss francese, la Schwarzlose austriaca e la Colt – Browning americana. Poco prima dell'inizio della Prima Guerra Mondiale incominciarono ad apparire mitragliatrici leggere, raffreddate ad aria, in cui il treppiede, le impugnature a due mani affiancate e l'alimentazione a nastro furono sostituiti da bipiede, calcio da spalla, impugnatura a pistola e caricatore a scatola che consentirono una maggiore mobilità.

Prima di occuparci del materiale d'artiglieria desideriamo illustrare un'arma nuova che apparve all'inizio del secolo: il *razzo*. Suo propugnatore fu l'inglese sir William Congreve che, dopo il bombardamento di Boulogne nel 1806, quello spaventoso di Copenhagen, che nel 1807 fu quasi completamente distrutta da venticinquemila razzi, e i tre bombardamenti di Danzica, fece istituire nell'esercito britannico il "Rocket Corps" che si distinse nella battaglia di Lipsia nel 1813. In seguito, tali armi furono adottate da vari eserciti (austriaco e napoletano specialmente) che costituirono delle batterie di razzieri.

I razzi, in sè, non erano una novità: i cinesi li conoscevano e li usavano sia per i fuochi d'artificio sia in guerra; nel suo libro sui razzi, Willy Ley[6] cita una cronaca dove si afferma che nel 1232 a. C., durante l'assedio posto dai mongoli alla città di Kai-Fang-Fu, i cinesi si difendevano efficacemente impiegando due nuovi mezzi bellici di grande effetto: una specie di bomba che veniva lanciata

[6] W. Ley: "Rockets" - trad. ital. "I razzi" Milano, 1948 p. 78

dalle mura sugli assedianti e delle "frecce dal fuoco alato", che interpreta come razzi e aggiunge che essi furono introdotti in Europa verso il 1250. La prima idea di propulsione a razzo fu, con ogni probabilità, dell'ingegnere militare italiano Giovanni da Fontana che ne parla nel suo "Bellicorum instrumentorum liber", scritto intorno al 1420; il razzo doveva servire a spingere un carro da guerra da lanciare contro le mura delle città assediate.

La spiegazione scientifica dei razzi fu fornita da Isacco Newton con il suo principio di "azione e reazione"... "actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem".

Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria; quando avviene la rapida combustione del propellente, si sviluppa una grande quantità di gas; il tubo in cui avviene la combustione permette la fuoriuscita dei gas all'indietro e per reazione il razzo viene spinto in avanti. Coloro che domandano come mai i razzi possono funzionare nel vuoto degli alti spazi, "dove non c'è l'aria a cui appoggiarsi", non hanno capito il principio di azione e reazione. Il razzo non ha bisogno di "appoggiarsi" a niente: la forza che spinge il gas all'indietro, spinge il razzo in avanti, per reazione. Si dice anche che le forze sono "entità bipolari" cioè agiscono sempre lungo la loro linea di azione, nei due sensi. Nel cannone accade che il proietto viene spinto in avanti e per reazione la bocca da fuoco viene spinta indietro nel movimento di rinculo. Il fatto che il proietto vada tanto lontano e la bocca da fuoco si limiti ad un corto movimento di rinculo (ancora più corto perché frenato), viene spiegato dalla terza legge del moto, o legge della quantità del moto: una forza che agisce fra due masse, imprime a quella più piccola e più leggera una velocità molto maggiore.[7]

Contrariamente a quanto sostenuto da Congreve, il razzo non sostituì l'artiglieria. nell'Ottocento, dopo qualche decennio di sporadiche apparizioni, le armi a razzo scomparvero soppiantate dalle perfezionate artiglierie; rimase vastissimo, invece, l'impiego dei razzi in terra e sul mare come mezzi di segnalazione e illuminanti.

L'idea di Congreve si sarebbe realizzata in parte durante la Seconda Guerra Mondiale, e sopratutto dopo, quando il razzo avrebbe trovato i congegni di guida che ne fanno un'arma precisa e formidabile.

Fu nello sviluppo dell'*artiglieria*, specialmente nei tipi più grandi, che le nuove metallurgia, chimica e balistica del diciannovesimo secolo produssero, alla fine, i loro più spettacolari effetti.

Nel 1832, il maggiore italiano dell'*artiglieria* piemontese Giovanni Cavalli, dopo aver studiato e costruito nelle officine militari il suo "equipaggio da ponte", costituito essenzialmente dalle barche, dalle traverse di barca e dalle travicelle, il tutto trasportabile su appositi carri ippotrainati, si dedicò allo studio delle artiglierie a *retrocarica* e scrisse una memoria "Sul sistema d'artiglieria nel quale i cannoni non avrebbero il rinculo e si caricherebbero dalle culatte. "L'otturatore studiato dal Cavalli era a cuneo affinchè, per usare le sue parole, "introdotto (il proietto) nel buco del cannone, cioè nella mortisa, vi si possa sforzare a chiudere il fondo della camera."[8] Il movimento di introduzione ed estrazione del cuneo era ottenu-

[7] A. Mondini: op. cit. pp. 310-311

[8] C. Montù: "Storia dell'artiglieria italiana"- Roma, 1938, parte II, vol V, p. 2104

to a mezzo di una vite portata dall'otturatore che entrava e si avvitava in una chiocciola portata dalla culatta della bocca da fuoco.

Dopo undici anni di esperienze, Cavalli, che pensava alla rigatura "come uno dei più grandi progressi fatti nella balistica delle armi portatili", fece rigare un cannone a caricamento a retrocarica e a granata cilindro-ogivale. Dal fucile, dove era già affermata, la *rigatura* si estendeva alle artiglierie; anche nei cannoni il proietto, da sferico che era prima, diventava cilindro-ogivale, offrendo, a parità di sezione resistente, un forte aumento di volume e di peso. La forma ogivale, rispetto a quella sferica di uguale volume, consentiva di vincere meglio la resistenza dell'aria; l'aumento di volume permetteva di utilizzare meglio il proietto scoppiante; l'aumento di peso aumentava la gittata migliorando il coefficiente balistico che era proporzionale al peso ed inversamente proporzionale alla sezione resistente.

Purtroppo l'Italia, patria di Cavalli e realizzatrice delle prime artiglierie sperimentali a retrocarica, non proseguì subito su quella strada: infatti, dopo l'impiego di alcuni pezzi a retrocarica in una sezione "cacciatori" negli anni 1860-61, questi sostituirono quelli ad avancarica soltanto durante il ministero Ricotti Magnani nei primi anni del 1870.

I primi a far scendere in campo i nuovi cannoni furono i francesi nella campagna d'Italia del 1859 e furono i cannoni rigati del calibro di 86, 5 mm., ad avancarica, su affusto a ruote, leggero e maneggevole; il proietto poteva essere una granata, cioè un proietto scoppiante con spoletta a percussione o "a tempo" quest'ultimo era uno "shrapnel" già in uso, al quale il maggiore francese Treuille de Beaulieu aveva avvitato sull'ogiva un tappo che conteneva dei canali riempiti da una miccia il cui tempo di combustione era rigorosamente calcolato; la miccia veniva accesa dalla carica di lancio al momento dello sparo e a seconda di quale dei fori del tappo veniva lasciato aperto, si aveva l'attivazione di un canala più o mano lungo; vi erano quindi diverse durate prestabilite di combustione della miccia. Il pezzo francese, grazie alla rigatura, ebbe anche i vantaggi della gittata e della precisione: le riserve austriache a Solferino, appostate ad una distanza dal nemico che avrebbe dovuto metterle fuori tiro, si trovarono investite dalle salve dell'artiglieria francese che arrivava a 4600 metri di gittata, conservando precisione fino a 3200.

Se la rigatura agevolò la vittoria franco-piemontese del 1859, il cannone d'acciaio, rigato ed a retrocarica fu il grande vantaggio che agevolò la vittoria dei prussiani sui francesi nel 1870: nella battaglia di Gravelotte i prussiani disponevano di 726 pezzi ed a Sedan, dove fu decisa la guerra, essi ammassarono di nuovo tutti i loro cannoni stroncando tutti gli attacchi francesi in un punto morto, cioè ad una distanza spesso pari a 2000 metri, cioè superiore alla portata del loro fucile. "Postati sulle alture circostanti, i cannoni non facevano che versare i loro proietti in una vera e propria fossa piena di esseri umani, così che ogni colpo esplodeva in pieno tra i nemici sottostanti..."[9]

I cannoni erano stati costruiti da Krupp che aveva realizzato ben dieci mo-

[9] col. Collen: "Journal of the royal united service institution", London, 1871, vol. XVII p. 462

delli di chiusura posteriore dei cannoni. All'Esposizione Universale di Parigi del 1867, Krupp aveva esposto le sue artiglierie (quindi per i francesi non era stata una sorpresa), fra le quali la più grossa bocca da fuoco che fosse stata mai costruita: tutta in acciaio, pesava 50 tonnellate, il proietto pesava 490, 50 Kg., la carica di lancio da 50 a 55 Kg.

La rigatura, e di conseguenza l'adozione di un proietto più pesante, aumentavano lo sforzo richiesto alla carica di lancio e quindi la pressione esercitata dai gas sulle pareti e sul fondo della bocca da fuoco; questi progressi imposero quindi nuovi studi e favorirono a loro volta il progresso della metallurgia. Per rendere la bocca da fuoco più resistente alle pressioni senza aumentarne le dimensioni e quindi il peso in valori inaccettabili, vennero ideati vari sistemi: il più comune, realizzato in Inghilterra da Withworth e Armstrong, consistette nel fare il cannone di due o più tubi sovrapposti a caldo e a forzamento, la "cerchiatura delle artiglierie". I metalli comunemente adoperati nell'Ottocento erano il bronzo e la ghisa; il bronzo aveva un limite di resistenza alla rottura più basso della ghisa, ma questa era più fragile. Il metallo ideale sarebbe stato l'acciaio adottato per primo da Krupp.

Il materiale d'artiglieria fu perfezionato anche riguardo al traino ed al servizio. Fu generalmente imitato, per l'artiglieria da campo, un nuovo sistema di carreggio adottato in Inghilterra: con questo sistema, l'avantreno dell'affusto e quello del cassone portavano un cofano da munizioni a forma di sedile; anche il retrotreno del cassone ebbe due cofani simili, così i cannonieri serventi poterono sedere sui carri e seguire i pezzi a qualunque andatura. Fu adottato anche un nuovo materiale d'artiglieria da montagna da poter essere trasportato a traino o a basto.

Verso la fine del secolo, in gran parte merito del lavoro di Alfred Nobel, si sviluppò la natura e la tecnica di detonazione di nuovi esplosivi: gli ordinari, tipo nitrocellulose gelatinizzate, balistite, acido picrico, nitrobenzene; di lancio, alla nitrocellulosa, cordite, solenite; di scoppio, albite, cheddite, perdite, TNT (trinitrotoluene). Le granate d'artiglieria ad alto esplosivo, introdotte per la prima volta nel 1886, dimostrarono di essere enormemente più letali, e anche più distruttive, contro bersagli solidi, delle vecchie granate a polvere nera: una granata ad alto esplosivo del periodo della Guerra Civile americana si frantumava in 2-5 schegge; quella della guerra franco-prussiana in 20-30 (nella Prima Guerra Mondiale la frammentazione arrivò a 1000 schegge).

La *balistica*, nei secoli precedenti, era rimasta quasi a livello teorico data la mancanza di uniformità delle armi da fuoco e l'errata e imprevedibile traiettoria dei proiettili. Nel XVIII secolo, l'inglese Beniamino Robins aveva ottenuto una serie di successi nel fornire una base scientifica all'artiglieria. Aveva studiato non soltanto la balistica esterna, ma anche quella interna (il moto del proiettile all'interno della canna) e quella terminale (il suo comportamento alla fine della traiettoria; aveva perfezionato il pendolo balistico – inventato da Cassini nel 1707 – un efficace strumento per misurare la velocità di un proiettile. La vera balistica scientifica giunse nel XIX secolo, quando la metallurgia e la meccanica raggiunsero uno stadio di sviluppo che rese possibile il disegno e lo sviluppo di armi sufficientemente precise nelle loro dimensioni e prevedibili nelle loro prestazioni.

Un'importante svolta nella storia dell'artiglieria fu la messa in servizio del

pezzo francese da 75 mm. Fino alla fine del diciannovesimo secolo, gli affusti delle bocche da fuoco erano rigidi, cioè solidalmente collegati alla canna: tutto il pezzo rinculava ad ogni colpo per effetto dell'espansione dei gas della carica di lancio al momento della partenza del proietto e doveva essere riportato "in batteria", cioè nella posizione in cui stava prima, dai serventi che erano costretti a puntarlo di nuovo sull'obiettivo. Per risolvere questo problema si erano utilizzate delle rampe per i cannoni fissi e si era ricorsi a catene, pattini e zoccoli frenanti per l'artiglieria mobile. Ma erano stati tutti soltanto degli espedienti. In Inghilterra, nel 1816, era stato costruito un cannone pesante che aveva, in prossimità della bocca, una serie di fori attraverso i quali poteva sfuggire una parte dei gas di propulsione, cosa che permetteva di annullare quasi interamente il rinculo del pezzo. Ma una considerevole perdita nella velocità iniziale e nella gittata dell'arma fece sì che fosse scartata questa idea ingegnosa che sarebbe riapparsa con successo, con opportune modifiche, durante la Seconda Guerra Mondiale (il "freno di bocca"). Dopo altre esperienze insoddisfacenti, nel 1894, il colonnello francese Deport inventò l'affusto "a deformazione", che rimaneva fermo mentre rinculava la sola bocca da fuoco, collegata all'affusto da organi elastici e guidata nel movimento, prima all'indietro e poi in avanti, da apposite rotaie dette "lisce di scorrimento". Gli organi elastici erano il "freno" (generalmente idraulico che assorbiva il rinculo senza che questo venisse trasmesso alle ruote) e il "ricuperatore" a molla che, a rinculo esaurito, riportava la bocca da fuoco in batteria. Il pezzo da 75 mm. francese fu il primo ad essere costruito secondo questo sistema: aveva una cadenza di tiro di oltre venti colpi al minuto e una gittata di 6500 metri.

Per tutto il XIX secolo, gli sviluppi tecnologici sopra descritti si scavalcarono l'uno con l'altro. Alla fine, l'effetto del progresso della tecnologia delle armi fu di aumentare enormemente il volume di fuoco e la precisione, e il campo di battaglia divenne un luogo più mortale di prima. Per far fronte alla terrificante potenza di fuoco diretta verso di essi, i fanti non combatterono più eretti sulle gambe e in formazioni serrate ma incominciarono a rannicchiarsi a terra dietro un riparo e ad avanzare a sbalzi da un riparo all'altro, mentre le formazioni si allargarono, si allungarono e divennero sempre più suddivise in piccoli reparti. Gli eserciti contarono sempre di più su *fortificazioni campali* improvvisate e su *trincee* e i soldati si nascosero sottoterra. Un altro modo per affrontare la potenza di fuoco fu la *mimetizzazione*, che era sempre esistita ma, negli ultimi anni del secolo guadagnò nuove prospettive. Fino ad allora, le truppe in battaglia portavano uniformi variopinte o di colori vivaci (giubba rossa gli inglesi, giubba blu e pantaloni azzurri gli italiani e gli americani, giubba blu e pantaloni neri con banda rossa i tedeschi, giubba blu e pantaloni rossi la fanteria e cavalleria francesi, giubba bianca – dal 1868 blu – gli austriaci, giubba verde marcio i russi), tanto gli sbuffi di fumo bianco causati dalla polvere nera rivelavano subito la posizione del soldato. Dopo, invece, si pensò di sfruttare la possibilità di mimetizzazione fino in fondo e si incominciarono ad adottare uniformi mimetiche. Già durante la rivolta dei "sepoys"indiani nel 1857 gli inglesi avevano tinto nel the il lino bianco delle loro uniformi tropicali; l'esperimento, nel 1880, ebbe sanzione ufficiale e si dimostrò provvidenziale durante la guerra anglo-boera, dato che i coloni olandesi portavano il Kaki. L'innovazione fu imitata dagli americani che

adottarono il verde oliva nel 1902 e dai giapponesi nella guerra contro la Russia. All'inizio della Prima Guerra Mondiale quasi tutti gli eserciti avevano adottato il kaki ad eccezione del marrone (Russia), del grigioverde (Italia), del "feldgrau", cioè il grigio da campagna, (Germania), del grigiazzurro (Austria). Francesi e belgi, rimasti fedeli ai colori vistosi, subirono perdite tali da spingerli ad adottare il "bleu-horizon"che, tuttavia, veniva facilmente rivelato dalla luce delle fotoelettriche e dalla fotografia aerea, mentre i belgi preferirono il collaudato kaki. I copricapi divennero meno decorativi e più funzionali fino a raggiungere l'adozione, poco prima della Prima Guerra Mondiale, dell'*elmetto d'acciaio*, derivato da quello da lungo portato dai minatori. Alle armi stesse, invece di eesere brillantemente lucidate come nel passato, venne data una patina di colore opaco.

Nel campo della *fortificazione permanente* la lezione delle campagne napoleoniche, imperniate su di una battaglia decisiva ed all'occupazione della capitale del nemico senza preoccuparsi di occuparne il territorio scarsamente presidiato, spinse gli stati maggiori dei grandi eserciti europei a cercare di rendere impossibile, senza impiegarvi un intero esercito, l'investimento e l'occupazione di quei punti di cui le guerre passate avevano dimostrato la prevalente importanza come centri di resistenza o sbocchi strategici.

Cannoni più grandi, di potenza più distruttiva e di maggior gittata, permisero agli eserciti, pur mantenendosi più distanti, di distruggere obiettivi che precedentemente dovevano essere raggiunti dalle fanterie a distanza ravvicinata prima del sanguinoso assalto finale. Le fortezze che erano in grado di resistere alle vecchie artiglierie divennero obsolete, tanto da dover essere ricostruite o abbandonate. Negli anni 1870 e 1880, coloro che contavano sul rafforzamento delle fortificazioni esistenti furono avversati con successo da quelli che si orientavano verso nuovi sistemi di difesa con elaborate strutture permanenti di terra, mattoni, cemento e acciaio.. Infatti, la maggior gittata delle artiglierie non consentì più ad una città di essere al sicuro dietro un unico anello di fortificazioni. Si rese necessario costruire una cerchia di parecchi forti, autosufficienti, in grado di supportarsi reciprocamente ad una distanza di almeno dieci chilometri dal luogo da difendere, ed una fortezza centrale, tanto da formare, nell'assieme, un campo di battaglia trincerato. L'aumento dei costi fu così enorme che la protezione potè essere garantita soltanto per posizioni veramente vitali, mentre dovettero essere abbandonate molte vecchie fortificazioni di località meno importanti. Il rafforzamento delle difese ebbe come primo obiettivo l'immunità da qualunque grosso cannone fosse messo in servizio.

I tedeschi, nel 1885, effettuarono un esperimento sparando 164 proietti da un cannone da 210 mm. contro un quadrilatero di circa 150 metri di lato: nessun colpo venne messo a segno. Pertanto furono ordinate alle Krupp tedesca ed alla Skoda austroungarica bocche da fuoco più pesanti e più accurate. Un anno più tardi, i francesi sottoposero la vecchia fortezza di Malmaison ad un intenso fuoco di granate di un moderno cannone da 200 mm. (con tremendi effetti distruttivi) e stabilirono il livello ottimale di protezione ad uno spessore di 2-3 metri di terra, cemento e ferro. Su questa base incominciarono a progettare e costruire forti più progrediti lungo la loro frontiera orientale, i migliori dei quali furono quelli di Belfort e Verdun. Il più abile costruttore delle moderne difese fu il generale belga Henri Brialmont che fece largo uso della configurazio-

ne del terreno per semplificare il loro tracciato e risparmiare nei costi. Profonde trincee, riparate dal fuoco di armi defilate, e barricate con acciaio, impedivano l'approccio del nemico ai centri di difesa dove erano piazzati pesanti cannoni e riflettori in torrette retrattili e cupole in cemento. Alloggiamenti sotterranei per la guarnigione erano dotati di impianti elettrici e di abbondanti scorte di viveri, combustibile e munizioni per sostenere un assedio prolungato.

A causa del suo potere distruttivo senza rivali, l'artiglieria continuò ad essere considerata l'arma dominante e, per ragioni politiche e pratiche, fu la Germania a mostrare il cammino nella costruzione dei pezzi pesanti, semplicemente perché si trovò a confronto, alle sue frontiere, con fortificazioni moderne, come risultato del timore dei suoi vicini, che il regime successore di quello di Bismarck potesse ripetere le invasioni degli anni 1860 e 1870. La Germania perciò, pur dotandosi anch'essa di fortificazioni adeguate, optò per una strategia offensiva allo scoppio della guerra e si dotò di armi capaci di distruggere i forti che le sbarravano la strada. Dei cannoni superpesanti che sviluppò, il più mastodontico fu il potente obice Krupp da 75 tonnellate, calibro 420 mm., che poteva lanciare un proietto di circa 900 Kg. ad una distanza di 14.000 metri. Di prestazioni altrettanto inusitate ma con maggior celerità di tiro furon gli obici Skoda da 305 mm. , che potevano lanciare ogni ora dieci granate da circa 400 Kg. ad una distanza di 12.000 metri.

Nei primi anni del XIX secolo la *strategia* si sviluppò con l'arte, più che scienza militare, di Napoleone. La distruzione della principale forza campale del nemico, piuttosto che la mera occupazione del territorio o la conquista della capitale nemica fu il suo obiettivo primario. Napoleone stabilì anche le relazioni fra la strategia e la tattica: la strategia doveva servire alla tattica nel preparare le migliori condizioni per la battaglia, ma la battaglia doveva servire a raggiungere uno scopo strategico, la virtuale distruzione delle forze dell'esercito nemico.

Pianificando con cura le sue campagne ed in grado di dirigere personalmente gli aspetti militari e politici della guerra, egli fece uso del sistema dei corpi d'armata e della ben sviluppata rete stradale dell'Europa centrale per costringere i suoi avversari ad una battaglia decisiva, alla quale doveva seguire un energico inseguimento che annullava la volontà di resistere degli avversari ed elevava il morale delle sue truppe.

La strategia è l'arte di usare in maniera esatta tempo e spazio – scriveva l'imperatore – essa comprende la programmazione e l'esecuzione dei movimenti dall'inizio di una campagna di guerra sino al momento decisivo. " Napoleone insisteva sul fatto che la battaglia costituiva soltanto una parte della programmazione strategica. Ogni campagna vittoriosa poteva, nella sua mente, essere divisa in tre parti: il movimento per entrare in contatto, la battaglia, ed infine la fase di inseguimento e l'azione conclusiva.

Naturalmente queste non erano fasi autonome, tutte e tre erano collegate l'una all'altra, perché una campagna militare è essenzialmente un tutto unitario, un unico tema che passa attraverso vari stadi.[10]

Accentrando su di sè tutto il potere pianificativo e decisionale, preparò ac-

---

[10] D. G. Chandler: "Le campagne di Napoleone"- Rizzoli, Milano, 1968, p. 232 184

curatamente i presupposti per una grande e decisiva battaglia. Ancora prima che le ostilità avessero inizio, nascose sempre al nemico le sue intenzioni facendo censurare i giornali e chiudendo le frontiere. Messa in moto la "Grande Armée", una cortina di cavalleria leggera nascondeva le direttrici di marcia delle truppe, precedendole e fiancheggiandole, proteggendo le comunicazioni e raccogliendo informazioni sul nemico. I corpi d'armata marciavano separatamente, coprendo tutta la zona di operazioni, spiegandosi per centinaia di chilometri. Una volta localizzato il nemico, i corpi si riunivano in una vasta formazione a quadrilatero, conosciuta come il "battaillon carrée". Lo schieramento veniva ridotto ad un giorno di marcia fra i corpi fino a quando uno di questi entrava in contatto con il nemico e lo impegnava bloccandolo, mentre gli altri corpi si affrettavano a raggiungerlo con la cosiddetta manovra della "corsa al cannone".

Ma la strategia – e non solo questa – napoleonica ebbe anche i suoi punti deboli. Accentrando su di sè tutto il potere pianificativo e decisionale, Napoleone non fu ingrado di occuparsi di tutti i dettagli organizzativi, provocando notevoli scompensi. Quando fallì o fu assente, e si presentarono difficoltà, questa non furono superate o lo furono soltanto in parte. Il suo Capo di Stato Maggiore, Berthier, benché fosse molto efficiente nelle sue funzioni esecutive, non partecipò mai alla pianificazione delle campagne. Nel 1806 Napoleone gli diede istruzioni di "... aderire strettamente ai miei ordini. Io solo so cosa devo fare... " e Berthier, a sua volta, disse a Ney, nel 1807, che "... l'imperatore non ha bisogno né di consigli né di piani di campagna. Nessuno conosce il suo pensiero ed il nostro dovere è di ubbidire."[11]

Il suo scarso interesse per il progresso tecnologico gli impedì di procurarsi mezzi più moderni ed efficienti che lo avrebbero portato a risultati più decisivi e definitivi. Dopo le sconfitte loro inflitte da Napoleone, i capi militari europei tentarono di imitarlo: gradualmente introdussero le divisioni ed i corpi d'armata, sostituirono l'ordine lineare con profonde formazioni di combattimento (eccetto che per gli inglesi), applicarono la concentrazione delle forze sul campo di battaglia, in particolare nelle sue zone decisive e crearono le riserve. Ma benché avessero molto imparato ed avessero rafforzato i loro strumenti militari con il passar degli anni, i suoi nemici non riuscirono mai ad eguagliarlo né a scoprire i segreti del suo grande genio. Alla fine lo sopraffarono con la superiorità numerica ed il logoramento della Francia; ambedue dovuti ai suoi errori diplomatici.

La grande rivoluzione nella condotta strategica della guerra si verificò in Prussia e partì dal periodo successivo all'umiliante disfatta di Jena-Auerstadt ed al Trattato di Tilsit del 27 luglio 1807, quando Federico Guglielmo III creò la "Commissione di Riorganizzazione Militare", a capo della quale fu nominato il generale Gerardo Giovanni Davide von Scharnhorst che, dopo un primo momento di incertezze, riuscì a circondarsi di valenti collaboratori: il colonnello Augusto Guglielmo Antonio conte Neinhardt von Gneisenau e tre giovani uffi-

[11] S. J. Watson: "By Command of the Emperor. A Life of Marshal Berthier"- The Bodley Head, London, 1957, p. 9

ciali distintisi nella guerra contro i francesi, Karl von Grolman, Hermann von Boyen e Carl von Clausewitz.

Scharnhorst, Gneisenau, Grolman, Boyen e Clausewitz furono i cinque uomini che passarono alla storia come i "Riformatori". Essi, fra i quali predominò il brillante genio di Scharnhorst fino alla morte prematura nel 1813, furono i responsabili della creazione di quella supremazia militare che caratterizzò gli eserciti prussiano e germanico per più di un secolo.

Il loro obiettivo finale fu la fondamentale *revisione del sistema di comando dell'esercito.* Il principale concetto innovatore di Scharnhorst può essere così riassunto dai suoi scritti:

"Una mente singolare e decisa, un intelligente talento organizzativo possono probabilmente creare un esercito efficiente da qualsiasi gruppo di uomini. Lo fecero i greci ed i macedoni, lo fecero i romani, lo fecero pure parecchi monarchi francesi, Gustavo Adolfo, i predecessori di Federico il Grande e recentemente lo ha fatto Napoleone per i francesi. Ma un magnifico esercito di una generazione non può essere congelato in uno stampo e rimanere ugualmente formidabile nelle successive generazioni anche se rimane fedele al suo modello in ogni dettaglio. Le cose umane sono dinamiche, la tecnologia cambia le armi e gli equipaggiamenti, gli eserciti devono cambiare con i tempi. Quando ad un talento organizzativo ne segue un altro – come si verificò con i primi re Hohenzollern di Prussia – in tal caso l'esercito rimarrà dinamico e cambierà anche se il modello generale rimarrà il medesimo. Ma quando la mediocrità segue il talento ed il modello rimane lo stesso, il declino è inevitabile.

Così anche nella guida operativa di un esercito, come Annibale, Federico e Napoleone hanno dimostrato, normali generali e normali eserciti non possono facilmente sconfiggere un genio anche quando il suo esercito non è così buono come il loro.

Ma un genio operativo, al comando di un esercito creato da un genio organizzativo è virtualmente invincibile, così come dimostrarono Alessandro, Giulio Cesare, Gustavo Adolfo e, più recentemente, Federico il Grande e Napoleone. "

Scharnhorst ed i suoi colleghi decisero quindi che alla Prussia serviva un sistema con il quale – per quanto umanamente possibile – l'esercito prussiano avrebbe dovuto essere creato da un genio organizzativo e guidato in battaglia da un genio operativo.

Scharnhorst infatti espresse una volta il suo pensiero molto esplicitamente:

"Normalmente non è possibile per un esercito disfarsi dei generali incompetenti. La grande autorità che il loro grado conferisce ai generali ne è la prima ragione. Inoltre, i generali costituiscono una cricca sostenendosi tenacemente uno con l'altro, tutti convinti di essere i migliori rappresentanti dell'esercito. Ma noi possiamo almeno dar loro dei capaci assistenti. In tal modo, gli ufficiali di stato maggiore sono quelli che devono affiancare i generali incompetenti, fornendo quei talenti che altrimenti dovrebbero essere ricercati fra i comandanti."[12]

I concetti base e la terminologia non erano una cosa nuova nell'ambiente militare internazionale. Organismi più o meno denominati "Stati Maggiori" era-

[12] Reinhardt Holm: "Scharnhorst Vermächtnis" - Bonn, 1952, pp. 312-313

no sempre esistiti nella storia ed erano sempre stati l'anello di congiunzione fra i comandanti e le unità combattenti. Ma questi consistevano di un gruppo di ufficiali destinati a portare messaggi e a tenere informato il comandante di ciò che si verificava oltre il raggio della sua visione diretta. A questi si aggiunsero col tempo altri aiutanti incaricati di tenere documenti, scrivere o copiare ordini, fare e portare mappe.

Lo "Stato Maggiore Generale" dei Riformatori fu un organo completamente diverso: divenne una collezione delle migliori e più esperte menti dell'esercito, addestrate ed organizzate in modo da funzionare come un unico cervello, sempre pronto ad essere responsabile dei comandi e dei desideri del comandante in capo in modo da garantire il conseguimento di sagge decisioni anche da parte del meno abile dei capi e, se questo avesse commesso un errore, si fosse potuto riparare. Lo stesso compito, sebbene in misura più limitata, lo ebbero gli stati maggiori delle brigate, divisioni e corpi d'armata.

Allo scopo di creare queste "menti", oltre alle tre scuole militari a Berlino, Konigsberg e Breslavia, venne ristrutturata l'Accademia per Giovani Ufficiali, che assunse il nome di Scuola Militare germanica e che, nel 1859, fu riconosciuta come "Kriegsakademie" (Accademia di Guerra); questa fu per lungo tempo la più famosa scuola di preparazione militare del mondo.

Nel 1816, lo Stato Maggiore Generale fu riorganizzato in tre principali divisioni, una per ogni potenziale teatro di guerra: ad est relativo alla guerra contro la Russia; a sud con l'Austria, il più probabile nemico; ad ovest per essere preparati a combattere di nuovo la Francia. Ognuna di queste divisioni era responsabile dello studio delle condizioni militari e degli sviluppi interni delle nazioni potenzialmente nemiche nella loro area di appartenenza. Alcuni ufficiali esaminavano il terreno dove probabilmente si sarebbero svolte le operazioni e preparavano appropriati piani strategici, altri redigevano piani per la mobilitazione e lo schieramento in ogni eventualità. L'anno seguente fu costituita una quarta divisione con il compito di studiare la storia militare e che sarebbe rimasta uno dei maggiori elementi dello Stato Maggiore Generale, nonostante i numerosi cambiamenti organizzativi. Durante gli anni che seguirono, infatti, avvenne una radicale riorganizzazione che assegnò le responsabilità su di una base più attuale pur mantenendo la suddivisione su quattro divisioni. La prima fu destinata ad occuparsi di tutto il personale dell'esercito; la seconda ebbe la responsabilità dell'organizzazione delle manovre e dei piani di mobilitazione, schieramento e operativi; la terza fu responsabile del materiale tecnico e d'artiglieria; la quarta si occupò della storia militare. Allo Stato Maggiore generale venne anche aggregato l'Ufficio Topografico e Trigonometrico.

Una delle preoccupazioni principali dello Stato Maggiore Generale era l'esiguità degli ostacoli naturali lungo le frontiere della Prussia. Venne perciò perfezionata la strategia difensiva che avrebbe permesso alla Prussia di affrontare forze molto più numerose, provenienti da diverse direzioni; tale strategia era concettualmente la stessa di quella adottata da Federico il Grande durante la Guerra dei Sette Anni: l'uso di linee di comunicazione interne per permettere il concentramento della massa dell' esercito contro la minaccia principale, mentre piccole forze ritardatrici dovevano contenere gli altri eserciti nemici convergenti. L'essenziale di questa strategia era nell'abilità di mobilitare, muovere e con-

centrare le forze rapidamente ed efficacemente.

Sulla base di queste considerazioni, nel 1833, oltre al potenziamento della rete stradale interna, venne effettuata una radicale modifica del telegrafo visivo che assicurò una rapida trasmissione degli ordini a tutti i comandi operativi in sottordine e la pronta ricezione di informazioni dai posti di frontiera. Dopo la scoperta di Morse nel 1844, l'esercito prussiano sperimentò il nuovo telegrafo elettrico.

Non è una coincidenza che la patria di Scharnhorst e di Clausewitz fosse la prima ad afferrare la grande importanza della ferrovia in guerra; anche prima della sua costruzione, la mentalità civile era conscia dell'importanza militare delle strade ferrate.

Federico List, un grande economista, aveva sostenuto che la ferrovia rappresentava il mezzo che avrebbe permesso alla Prussia di passare dal rango di potenza di second'ordine (dovuta alla sua posizione centrale rispetto a vicini molto potenti e potenzialmente suoi nemici), a quello di potenza di primissimo ordine.

"Essa potrebbe divenire un bastione difensivo nel centro stesso dell'Europa. Velocità di mobilitazione, rapidità di movimento delle truppe dal centro della nazione alla periferia e gli altri vantaggi ovviamente offerti dalle "linee interne" dei trasporti ferroviari, risulterebbero di maggior aiuto alla Prussia che non alle altre nazioni europee... Ogni miglio di strada ferrata che una nazione vicina mette in opera prima di noi ed ogni miglio in più che possiede, le torna a tutto vantaggio contro di noi... nelle nostre mani lo stabilire se dobbiamo fare uso di questa nuova arma difensiva che il progresso ci ha dato, come lo fu nelle mani dei nostri antenati il decidere se adóttare o meno il fucile in sostituzione dell'arco e delle frecce."[13]

La prima ferrovia in Prussia fu inaugurata nel 1835 sulla breve linea Norimberga-Furth; nel giro di due anni, lo Stato Maggiore Generale preparò degli studi sulla potenzialità delle strade ferrate per accelerare le operazioni di mobilitazione edi schieramento; nel 1852 venne effettuato il primo movimento di truppe prussiane per ferrovia mediante lo spostamento di un corpo di 12.000 uomini con cavalli e cannoni in Cracovia.

I primi, tuttavia, ad impiegare la ferrovia in guerra furono i francesi. Essi non solo costruirono una linea campale per rifornire le loro truppe che assediavano Sebastopoli nella Guerra di Crimea, ma furono in grado di trasportare un quarto di milione di uomini in Italia durante la guerra del 1859, dando cosi la dimostrazione su vasta scala del potenziamento militare delle ferrovie. La ferrovia fu un'arma strategica – e logistica - anche durante la Guerra Civile negli Stati Uniti.

Dopo un periodo di crisi politica in Prussia – che ebbe ripercussioni anche nell'ambiente militare – il principe reggente Guglielmo (divenuto poi imperatore), nominò il generale Helmiuth Karl von Moltke capo dello Stato Maggiore Generale; non appena in carica, von Moltke iniziò ad introdurre le modifiche organizzative che riteneva fossero necessarie ritornando, in parte, all'organizza-

---

[13] M. Earle: "Makers of Modern Strategy: Military Thought from Machiavelli to Hitler" Princeton University Press, 1943 pp. 149-151

zione orientata geograficamente o strategicamente e aggiunse il nuovo Dipartimento Ferroviario, del quale venne chiamato a farne parte un esperto di ferrovie, il conte von Wartensleben, che, praticamente, creò la rete ferroviaria prussiana. Lo Stato Maggiore Generale elaborò piani nei più accurati dettagli, sperimentati e rivisti parecchie volte; il primo risultato fu positivo: nella guerra contro la Danimarca, nel 1864, sebbene le forze coinvolte fossero relativamente piccole, la mobilitazione e lo schieramento prussiani ed austriaci sulla frontiera danese procedettero senza incidenti.

Il più efficiente impiego del nuovo strumento tecnologico per la guerra e la conquista si ebbe nel 1866 e nel 1870-71. La mobilitazione e lo schieramento prussiani contro l'Austria e la Francia procedettero con una precisione cronometrica. Centinaia di migliaia di uomini furono mobilitati, inquadrati in reggimenti ed in grandi unità; queste ultime, dotate di armi e dei servizi di supporto, marciarono verso le stazioni prefissate dove le attendevano treni specialmente formati e trasportate al confine dove lo sbarco procedette con la stessa perfetta efficienza. In ambedue i casi i prussiani furono così superiori nell'utilizzare il telegrafo e la ferrovia, che il risultato del conflitto fu deciso quasi prima che fosse sparato il primo colpo. Questo fu dovuto non tanto alla superiorità dei mezzi – i francesi avevano maggiori e migliori ferrovie e materiale rotabile – quanto agli infinitamente superiori coordinamento e uso.

Anche l'uso del telegrafo si dimostrò un passo di vasta portata. Esso assicurò rapide comunicazioni fra i comandanti sul campo ed i governi, fra il comandante in capo e quelli delle grandi unità, la rapida ricezione di informazioni ed un controllo molto maggiore del campo di battaglia.

Dopo il 1870, fu un continuo progresso. L'importanza delle nuove tecnologie era stata così convincentemente dimostrata che ogni stato maggiore (tutti gli eserciti si erano dotati di stati maggiori sul modello del prussiano) si affrettò ad aggiungere un dipartimento ferroviario alla sua struttura. Ogni potenza importante spese anni di lavoro ed enormi somme di denaro per perfezionare i suoi sistemi ferroviario e telegrafico; per ottenere il massimo rendimento, questi sistemi dovettero essere strettamente collegati l'uno all'altro. Ogni misura dovette essere accuratamente calcolata e sperimentata molto in precedenza, con il personale altamente istruito. A queste condizioni, un difetto in ogni punto si sarebbe ripercosso in tutto il sistema; per esempio, il fallimento nel completare lo sbarco da un treno nel tempo stabilito avrebbe bloccato l'arrivo del treno successivo, e così per tutta la linea.

In breve, la rivoluzione tecnologica che ebbe inizio con il telegrafo e la ferrovia – senza ovviamente tener conto dei nuovi armamenti – trasformò la preparazione della guerra e la sua condotta in una questione di complessi sistemi direzionali. Il crescere degli eserciti fece divenire una grande impresa l'equipaggiarli, armarli e rifornirli, sia in pace sia in guerra; le industrie, i sistemi postali, ferroviari e telegrafici furono organizzati per la guerra perché la "nazione in armi" richiese un grande complesso di armaioli e di tecnici per sostenerla e mantenerla. La nazione che fece il miglior uso degli intervalli di pace per aumentare il proprio potenziale bellico nel campo meccanico e nell'ingegneria per preparare il maggior numero possibile di operai specializzati, di tecnici, di soldati ben addestrati e i più abbondanti depositi di materie prime e di armi, fu quella più

candidata alla vittoria. In tutti questi campi la Prussia fu sempre alla testa.

Contrariamente agli altri capi militari europei, in particolare francesi, rimasti ancorati ai vecchi modelli strategici basati principalmente sulla difesa del territorio mediante fortificazioni, von Moltke innovò la teoria clausewitziana dando loro un carattere più pratico e adattandole al suo concetto secondo il quale occorreva disporre, fin dalle prime ore di guerra, di una forte massa di truppe, riunita prima che il nemico riuscisse a concentrare le sue forze. L'unico concetto strategico era quello di un'azione offensiva affidata ad un'unica massa avanzante per la via più breve verso la capitale nemica; lungo questa direzione si sarebbe incontrato certamente l'esercito avversario che avrebbe dovuto essere, più che aggirato, avviluppato e distrutto.

Moltke, durante la guerra del 1870-71, rivalutò la funzione esplorante a largo raggio della cavalleria con un'organizzazione che cominciava a dislocare grandi unità a cavallo a una o due giornate di marcia davanti alle avanguardie della fanteria, con una fronte di esplorazione larga talvolta fino a 50 chilometri e finiva con l'inviare squadroni e pattuglie, accompagnati talvolta da ufficiali di stato maggiore, a un centinaio di chilometri dal grosso. Ovviamente, in tempo di pace, questa raccolta di informazioni veniva effettuata mediante un'organizzazione spionistica.

Lo Stato Maggiore prussiano, e poi imperiale, sotto la guida di von Moltke portò la Prussia, ed in seguito l'impero germanico, ad essere riconosciuta come la più grande potenza militare del mondo. Sul finire del secolo XIX, un altro grande generale, Alfred von Schlieffen, Capo dello Stato Maggiore Generale dal 1891 al 1906, concordando con l' avversione di Clausewitz contro i rigidi modelli di condotta della guerra, sviluppò un concetto strategico semplice e flessibile per una guerra su due fronti contro Francia e Russia.

Contrariamente al piano di Moltke che, dopo l'alleanza con l'Austria-Ungheria prevedeva un massiccio attacco ad est ed un'azione ritardatrice ad ovest, von Schlieffen decise che avrebbe lanciato il grosso dell'esercito tedesco contro la Francia per cercare di ottenere un risultato decisivo prima che questa fosse stata completamente pronta per la battaglia; dopo la vittoria, la massa dell'esercito avrebbe potuto essere trasferita rapidamente, mediante le efficienti ferrovie germaniche, per affrontare i russi sulla Vistola o a sud-est di questa. Nelle mani del meno abile suo successore, il così chiamato "Piano Schlieffen" sarebbe divenuto, nel 1914, un compendio di rigidità.

In Francia, dopo la sfortunata guerra del 1870-71, si scontrarono due correnti di pensiero: una che riteneva che i perfezionamenti dell'armamento e la potenza del fuoco avevano aumentato la potenza della difesa a tale punto che, nei suoi riguardi, l'offensiva aveva perduto ogni virtù; l'altra sosteneva il concetto dell'offensiva "a testa bassa", cioè quello di attaccare a fondo il nemico dovunque lo si incontrasse, in ogni caso e in ogni momento, obbligandolo così a difendersi ed imponendogli la propria volontà; ogni idea di difensiva doveva essere abolita. L'influenza di questa audace dottrina fu altamente determinante anche sul piano di operazioni con cui la Francia entrò in guerra nel 1914.

Per concludere l'argomento della strategia in generale del XIX secolo, si può affermare che la più terribile delle conseguenze della rivoluzione industriale fu il sorgente "stato di guerra" che, agli inizi del XX secolo inghiottì la Cristianità,

scatenando masse di armati nell'"inutile strage" della Prima Guerra Mondiale. Nella società industriale, dalla miniera allo stabilimento, dall'altoforno al laboratorio, dal laboratorio al campo di battaglia, tutti furono al servizio della morte.

Desideriamo, a questo proposito, citare alcuni brani dell'opera di un uomo che, con un'incredibile preveggenza, nel 1897, descrisse la guerra futura; quest'uomo non fu un soldato ma un banchiere, un israelita polacco, I. S. Bloch:

"Che abitudine è questa di soffermarsi a parlare del passato quando urgono considerazioni di aspetto completamente nuovo?Confrontate per un istante quelle che erano le nazioni di cento anni orsono con quelle di oggi; allora, prima che le ferrovie, il telegrafo, i piroscafi, ecc. fossero inventati, ogni nazione era più o meno omogenea, autosufficiente e sufficientemente unita.. adesso tutto questo è cambiato... ogni anno cresce l'interdipendenza delle varie nazioni per fronteggiare le proprie necessità di vita, perciò il primo risultato di una guerra sarebbe quello di privare le potenze che vi partecipassero di ogni possibilità di beneficiare dei prodotti delle nazioni contro le quali fossero scese in lotta... il soldato è in ribasso e l'economista in rialzo... Il segno esteriormente visibile delle guerre è stato il caricatore del fucile, il soldato, per naturale evoluzione, ha così perfezionato il meccanismo del massacro che assicura la sua stessa estinzione...

... Al principio vi sarà un aumento delle uccisioni, che si verificherà su così grande scala da rendere impossibile procurarsi altre truppe per portare la battaglia ad un punto decisivo..... La guerra, invece di essere un combattimento corpo a corpo nel quale i combattenti possano misurare la loro superiorità fisica e morale, diverrà una specie di equilibrio nel quale gli eserciti, non potendo superarsi l'uno con l'altro, si manterranno di fronte trattenendosi a vicenda senza poter sferrare l'attacco decisivo... Questo è il futuro della guerra: non il combattimento ma la carestia; non il massacro degli uomini ma la bancarotta delle nazioni e la frantumazione dell'intera organizzazione sociale... Tutti si trincereranno, nella prossima guerra, che sarà una grande guerra di posizioni trincerate nella quale la vanga sarà indispensabile al soldato come il fucile. Tutte le guerre avranno necessariamente caratteristiche simili ad una vasta operazione d'assedio... i soldati combatteranno se lo vorranno, ma la decisione finale sarà nelle mani della carestia..."[14]

All'inizio del XIX secolo la *tattica* subì una marcata trasformazione. Scomparve l'ordine lineare per far posto alla "colonna" che aveva il vantaggio di una grande flessibilità e versatilità, che permise al comandante di muovere un gran numero di uomini sul campo di battaglia con un miglior controllo e più rapidamente, qualunque fosse il tipo di terreno. La colonna, creata da Carnot e perfezionata da Napoleone, rese il fronte più dinamico. Il comandante, sfruttando le grandi unità e le colonne – costituite di solito da uno o più battaglioni – poté sfruttare appieno la manovra. Dopo aver guadagnato un vantaggio strategico con una grande manovra, Napoleone, sul campo di battaglia, usò due tipi di manovre tattiche. La prima "per linee interne" la praticò quando dovette affrontare un avversario numericamente più forte: in questo caso divideva le sue for-

[14] I. S. Bloch: "Is war now impossible?"-London, 1899 pp. vv.

ze in una massiccia avanguardia, due ali e una riserva, e avanzava rapidamente per occupare una posizione centrale dividendo l'esercito nemico; tenendo impegnata una parte, muoveva le sue riserve per guadagnare la superiorità locale sull'altra e sconfiggerla. Se invece il nemico era in forze inferiori o uguali, adottava una manovra di avvolgimento "per linee èsterne", inducendo l'avversario ad avanzare contro quella che lui aveva portato a ritenere la sua forza principale e conducendo in quel settore un'azione di contenimento; contemporaneamente, il grosso dell'armata sfilava su uno o ambedue i fianchi del nemico in marce forzate, costringendolo ad arrendersi o a dare battaglia senza la possibilità di una via di ritirata.

La fanteria pesante era preceduta da quella leggera che – contrariamente ai precedenti reparti irregolari – era costituita da formazioni perfettamente addestrate e disciplinate. La cavalleria – anch'essa suddivisa in pesante e leggera – fu impiegata, oltre che per le classiche operazioni di ricognizione ed esplorazione, come massa d'urto raggruppata in divisioni o corpi e dotata di artiglieria a cavallo. L'artiglieria, resa più mobile mediante l'alleggerimento delle bocche da fuoco, offrì il vantaggio di una maggior mobilità e divenne il più importante strumento della condotta di guerra di Napoleone che ne fece un uso massiccio.

Nel corso del XIX secolo, la transizione dalle armi ad avancarica a quelle a retrocarica, a ripetizione ed automatiche, introdusse sul campo di battaglia una potenza di fuoco interamente differente. Le nuove armi, combinate con eserciti più numerosi, fecero grandinare sulle linee del fronte un quantitativo di ferro, acciaio e proiettili senza precedenti. Questo provocò una rivoluzione nella tattica di vasta portata, come fu chiaramente dimostrato durante la Guerra Civile americana. Infatti, la fanteria di ambedue le parti manovrava ancora con le tattiche del tempo di Federico il Grande, ma l'impiego delle nuove armi ed anche – seppur limitatamente – di alcuni tipi di mitragliatrici, in particolare le Gatling, causò perdite gravissime, quasi settecentomila morti e mezzo milione di feriti. Le posizioni difensive cominciarono a prevalere sull'attacco e sul finire della guerra i comandanti risposero all'evoluzione delle armi con la dispersione sul campo di battaglia.

La fanteria e la cavalleria non poterono più attaccare frontalmente di fronte alla potenza di fuoco delle armi portatili e dell'artiglieria. Ne conseguì che le formazioni divennero sempre più aperte e più flessibili e si cercò una diversa soluzione ai suicidi attacchi frontali. Come già accennato precedentemente, la guerra di trincea divenne la più ovvia manifestazione di questa rivoluzione nella tattica. La *fortificazione campale* – prima riservata quasi esclusivamente alle operazioni d'assedio – divenne un aspetto integrale della tattica della fanteria. Ricoveri e camminamenti formarono sistemi trincerati che divennero le basi per la manovra da ambedue i contendenti. Fu nell'utilizzazione di improvvisate fortificazioni campali che il generale confederato Lee superò tutti i suoi contemporanei: buona parte delle sue vittorie furono il risultato della sua abilità di usare trinceramenti improvvisati come base per un aggressivo impiego del fuoco e del movimento. Un'altra manifestazione si ebbe nel combattimento della cavalleria. Durante questo periodo scomparve dal campo di battaglia l'azione d'urto. Impossibilitata a compiere attacchi frontali contro la fanteria, le operazioni della cavalleria si limitarono quasi interamente all'esplorazione ed alla ricognizione.

Nella Guerra Civile americana, la cavalleria venne spesso utilizzata in massa per operazioni a lungo raggio, ma al momento del combattimento i cavalieri si trasformarono in fanti.

In Europa, l'esercito prussiano si rivelò superiore agli austriaci ed ai francesi anche tatticamente. Il sistema tedesco, contando più sulle compagnie che sul battaglione, si servì dell'intraprendenza e dell'autonomia di decisione cui erano addestrate le compagnie stesse, dello sfruttamento del terreno e del perfetto addestramento al tiro.

Le compagnie, appena giungevano sotto il tiro nemico, si sparpagliavano, riunendosi dietro anfratti di terreno per ripararsi e aprire il fuoco a volontà; una volta uscite di nuovo allo scoperto, riprendevano l'ordine sparso.

Gli austriaci, che nel 1866 mantennero formazioni più compatte, furono sopraffatti dalla nuova tattica tedesca oltre che dalla supremazia dei fucili ad ago Dreyse rispetto ai loro fucili ad avancarica Lorenz.

I francesi, invece, obbedirono alla teoria dello slancio che prevedeva un assalto di massa diluito in linee susseguentesi che finivano col fondersi con la prima in un frenetico assalto alla baionetta. Se questo falliva, si ripiegava sul tiro a comando effettuato per battaglione da lunghe distanze, tiro reso ancora più inefficace dallo scarso addestramento. I francesi non avevano capito che potevano sfruttare molto meglio dalla posizione a terra e con il tiro individuale i loro fucili a retrocarica Chassepot che, pur essendo ancora ad ago, erano superiori ai Dreyse.

Per quanto riguarda l'impiego dell'artiglieria, l'avvento della rigatura e della retrocarica provocò la scomparsa delle palle piene che rimasero un ricordo del passato e l'adozione di proietti cilindro-ogivali con cariche esplosive fatte detonare da spolette – a tempo o a impatto – sempre più perfezionate. Eppure diversi eserciti rimasero aggrappati alla canna liscia fino al terzo quarto del secolo, principalmente perché i pezzi erano meno costosi.

L'*organica*, pur adeguandosi alle formazioni napoleoniche, variò a seconda dei paesi. Gli eserciti si articolarono in compagnie (e squadroni), battaglioni, reggimenti, brigate e divisioni. Il termine "divisione" era usato piuttosto liberamente, designando generalmente un settore della linea di battaglia, come nei secoli precedenti, o una forza di fanteria e artiglieria più consistente di una brigata, ma indeterminata delle dimensioni.

La Gran Bretagna e gli Stati Uniti mantennero le divisioni sulla carta ma, in tempo di pace, non ebbero unità più grandi dei reggimenti che vennero organizzati in brigate e divisioni in tempo di guerra. In tempo di pace non vi erano stati maggiori per le grandi unità, perciò gli ufficiali di stato maggiore non avevano alcuna opportunità di far pratica delle loro gravi responsabilità.

Negli eserciti che avevano mantenuto in tempo di pace le divisioni e i corpi d'armata, sia le strutture sia gli stati maggiori erano rudimentali. Gli stati maggiori – ad eccezione della Prussia – Germania – erano prevalentemente impegnati con l'amministrazione ed i rifornimenti piuttosto che con la pianificazione e la direzione delle operazioni che erano ancora considerate prerogativa del comandante.

Gli elementi costitutivi della divisione erano forze di fanteria, cavalleria e artiglieria, talvolta con il supporto del genio: sia i reparti sia gli effettivi, variavano

di paese in paese. In Francia ed in altri paesi europei, una divisione sul piede di guerra non aveva un organico superiore ai 5000 uomini e spesso ai 2500. In Prussia e Russia, tuttavia, le divisioni consistevano di circa 12.000 effettivi, ma questi esistevano sulla carta perché le unità erano ridotte dalle malattie, diserzioni e perdite in combattimento, non sempre reintegrate dai complementi.

La *logistica*, inclusi i servizi sanitari, fu un'imperfezione della macchina da guerra napoleonica. La rivoluzione aveva sostituito il sistema dei magazzini con lo sfruttamento delle risorse locali. Napoleone, rendendosi conto che in questo modo sarebbe stato impossibile mantenere una grande massa d'uomini, aveva creato enormi depositi di rifornimenti dell'armata, ma rimase sempre il problema di trasportare i viveri e i materiali al seguito delle truppe. Napoleone offrì un grosso premio a colui che avesse scoperto un sistema pratico per la conservazione delle razioni da campo, che fu vinto da un certo Nicola Appert che usò recipienti di vetro i quali però, nel tempo, non risultarono idonei. I soldati e le scarse colonne di rifornimenti trasportavano viveri per soli quattro giorni, da essere consumati solo in caso d'emergenza. L'esercito lasciò quindi al suo passaggio pesanti tracce di incontrollate requisizioni, furti e soperchierie, che provocarono risentimenti locali ed ebbero effetti negativi sulla disciplina. Durante le soste notturne, gli uomini occupavano interamente i villaggi dei dintorni o, non disponendo di tende, dovevano accontentarsi di bivacchi improvvisati; talvolta erano costretti a dormire sulla terra umida e ghiacciata o sulla neve; nel dicembre 1812, in Russia, in una sola notte, morirono migliaia di soldati; in questa ultima campagna, il sistema logistico crollò a causa del cattivo stato delle strade, della povertà e devastazione del territorio e delle attività dei partigiani russi.

Napoleone rimase essenzialmente il generale Bonaparte della prima campagna d'Italia, quando comandava un piccolo esercito di straccioni che si mantenne con le risorse locali, le provviste ed i materiali catturati. Non essendo riuscito ad acquisire una sostanziale autonomia logistica, la sua strategia rimase sempre legata alle rapide manovre ed ai colpi decisivi, dettata, almento in parte, dal problema di come mantenere sul campo enormi forze senza un'adeguata organizzazione dei rifornimenti.

Il servizio sanitario, nonostante gli sforzi di Pierre-Francois Percy e Dominique Larrey, chirurghi capi della Grande Armata, fu sempre disastroso. Il materiale sanitario, le bende, i medicamenti, gli strumenti e le stesse ambulanze, erano sempre in coda ai convogli dell'esercito. Solo i primari chirurghi potevano procurarsi un cavallo pagandolo di tasca propria, gli altri andavano a piedi, con il sacco sulle spalle come i soldati, ma dietro di loro. Arrivavano sul luogo di lavoro stanchi, coperti di polvere e di fango, quindi pieni di germi, non certo in condizioni ideali per operare. Reclutati fra i medici senza successo e senza speranza, molto mal pagati, senza un prestigio e senza avvenire nell'esercito (licenziati alla fine di ogni campagna), la loro condizione era in sè stessa deprimente. Sul campo di battaglia nemmeno un portaferiti. "Non abbiamo abbastanza uomini – dicevano i grandi capi – per permettere che i soldati abbandonino il fucile. " I feriti in grado di muoversi si trascinavano penosamente verso le retrovie, a volte i compagni li soccorrevano. Le ambulanze "di avanguardia" verso le quali venivano inviati i feriti, teoricamente disponevano di posti su cui stender-

li, di bende di fortuna, medicamenti oltre ad una o due casse con strumenti per amputare o trapanare.

Nove volte su dieci questo materiale non arrivava al momento della battaglia o risultava introvabile in mezzo alla confusione dei carri e dei cannoni. Bisogna dire che, in caso di disfatta, non importa di quale esercito perdente facesse parte, il ferito aveva una possibilità su mille di essere raccolto prima di morire.[15]

Nei primi decenni del secolo XIX la logistica non fece progressi degni di nota, anche perché al periodo napoleonico ne era seguito uno di lunga pace. Il primo impegno dei militari in questo campo si ebbe nella campagna di Crimea, quando furono organizzati porti di sbarco per uomini e rifornimenti (dotati anche di gru a vapore per lo scarico) ed una ferrovia a scartamento ridotto lunga 13 chilometri circa. In questa campagna fu usato per la prima volta un trattore a vapore – brevettato nel 1846 dall'inglese James Boydell – che, dotato di ruote con "scarpe" (lastre piatte di ferro) fu il primo tentativo di consentire ad un veicolo di percorrere terreni cedevoli e irregolari e le scadenti strade di quel tempo. In questa campagna un notevole impulso venne dato all'assistenza sanitaria: all'inizio gli interventi chirurgici venivano compiuti senza anestetici e mai con strumenti sterilizzati, l'igiene era primitivo. Il merito delle riforme in questo settore fu di un'infermiera inglese, Florence Nightingale che, a capo di un gruppo di colleghe, riorganizzò i servizi sanitari con particolare cura alle strutture ospedaliere, gli anestetici e i disinfettanti. L'impegno di questa donna portò alla creazione, nel 1864, della Croce Rossa Internazionale. A proposito dell'assistenza sanitaria desideriamo soffermarci su due scoperte, intorno alla metà del secolo, che segnarono un immenso progresso nella storia dell'uomo aprendo le porte ad una chirurgia diversa da quella che si praticava prima di poter domare il dolore e che salvarono un incalcolabile numero di vite sia fra i civili sia fra i combattenti. Molti ammalati e feriti preferivano affrontare la morte piuttosto che sottoporsi volontariamente ai ferri del chirurgo e patire le spaventose sofferenze allora inseparabili dall'intervento che, d'altronde, per mancanza di disinfettanti, riusciva raramente a salvare il paziente.

Il primo anestetico, l'etere, fu applicato da un giovane chirurgo americano, Crawford Long, nel marzo del 1842; seguì il protossido d'azoto nel 1844 ed il cloroformio nel 1853. La storia dei disinfettanti, che contribuirono ad impedire milioni di morti, iniziò dopo una lunga ricerca scientifica, basata sulla statistica, di un medico ungherese, Ignaz Semmelweiss, ben lontano dall'ambiente militare, in un reparto maternità dell'Ospedale Generale di Vienna. Questa storia, anche se non rientra direttamente nel nostro argomento, merita poche righe.

Dopo lunghe osservazioni, Semmelweiss notò che la febbre puerperale era più frequente nella corsia dove le partorienti erano visitate dai medici e dagli studenti che non in quelle dove erano assistite dalle ostetriche: la proporzione delle morti per questa malattia era dell'11, 4 per cento nella prima contro il 2, 7 nella seconda. I medici e gli studenti, prima di andare nel reparto ostetricia, facevano autopsie; a quell'epoca non si usavano camici, non esistevano guanti chirugici e si ignorava l'asepsi e perfino la disinfezione. Semmelweiss ritenne

[15] cit. in G. Blond: "Storia della Grande Armée-1804-1815"-Rizzoli, Milano, 1981 pp91-92

che i medici e gli studenti fossero portatori di materiale patogeno. All'inizio del 1847, un incidente gli fornì l'indicazione decisiva ai fini della soluzione del problema: un suo collega, Kolbetscka, ricevette un taglio tutto intorno a un dito dal bisturi di uno studente con cui stava facendo un'autopsia e morì dopo una malattia tormentosa durante la quale manifestò gli stessi sintomi che Semmelweiss aveva riscontrato nelle vittime della febbre da parto; ne concluse che l'infezione puerperale era identica a quella dei feriti. In un'altra occasione, egli e i suoi assistenti, dopo essersi accuratamente disinfettate le mani, visitarono prima una donna in travaglio che stava soffrendo per un cancro cervicale in suppurazione, quindi passarono a visitare altre venti donne che si trovavano nella stessa stanza dopo essersi lavati le mani soltanto come era d'abitudine, senza rinnovare la disinfezione. Ebbene, undici delle venti pazienti morirono di febbre puerperale. Semmelweiss così accertò che la febbre da parto poteve venir causata non soltanto da materiale cadaverico ma anche da "materia putrida derivata da organismi viventi".[16] Obbligò allora i medici e gli studenti a lavarsi le mani con ipoclorito di calcio e ottenne due risultati contrastanti: la diminuzione dei casi mortali (scesa nel reparto all'1, 27 per cento) e il proprio licenziamento. Alcuni medici, irritati da quel lavaggio loro imposto, si erano vendicati di lui sparlando alle sue spalle. Ritornato a Budapest, fu ancora avversato dai colleghi, tanto che perse la ragione e morì in una clinica per alienati. Vent'anni dopo, la disinfezione si diffuse per merito del medico inglese Joseph Lister, che ebbe l'idea di vaporizzare l'acido fenico, disinfettando così l'ambiente e il campo operatorio.

Moltissimo utile trasse invece la logistica nella campagna d'Italia del 1859, tanto dalle ferrovie che dai telegrafi, sia per il concentramento delle truppe italo-francesi, che fu rapidissimo, sia per l'approvvigionamento del fronte. Sotto quest'ultimo punto di vista, fu dimostrata la possibilità di provvedere completamente ad un esercito in campagna che segue l'andamento di una linea ferroviaria, senza nulla chiedere al paese attraversato, sebbene con qualche difficoltà. Furono per contro dimostrati i gravi inconvenienti del sistema opposto di provvedere ai bisogni esclusivamente con requisizioni giacchè molte operazioni lente e slegate degli austriaci nel primo periodo della campagna si dovettero in parte alla difficoltà di far vivere e marciare grosse masse senza speciali provvedimenti.

Il telegrafo e le ferrovie occuparono un posto primario nella Guerra Civile americana. Molte delle operazioni dei due contendenti dipesero dalle ferrovie per i loro rifornimenti e le massicce incursioni di grossi reparti di cavalleria furono dirette ad interrompere le linee telegrafiche e ferroviarie. La famosa marcia strategica di Sherman nel 1864 portò alla distruzione di Atlanta e delle linee ferroviarie che si irradiavano da questa città. Distruggendo le ferrovie alle sue spalle, visse sul territorio fino a quando incontrò la flotta nordista sulla costa. Poi, trasportando munizioni e servizi sanitari su oltre 3000 carri a cavalli, tagliò il profondo sud dai principali campi d'operazioni. Una cortina di cavalleria si aprì a ventaglio davanti e sui fianchi delle colonne marcianti di Sherman procurandosi i viveri necessari e dando alle fiamme il resto, distruggendo l'industria

[16] C. G. Hempel: "Filosofia delle scienze naturali"-il Mulino, Bologna, 1972, pp. 16, 19

del cotone e provocando danni su una scala tale da ritardare per decenni la ripresa dell'economia del Sud.

Nella guerra franco-prussiana del 1870-71, l'abilità di von Moltke si manifestò, oltre che nella tattica e nella strategia, anche nella logistica. All'inizio della campagna, il movimento dell'esercito fu organizzato prima per divisioni, poi per corpi d'armmata, che disponevano ciascuno di una grande arteria e di altre minori laterali. Furono preparate località di tappa dove affluivano i trasporti, sopratutto ferroviari, dei rifornimenti e da cui defluivano i feriti, i malati, i materiali guasti e le armi catturate. Si ricorse ai cibi in scatola che risolvevano i problemi della conservazione e favorirono, almeno in parte, l'alimentazione dei soldati. Le fortezze francesi, tuttavia, bloccarono le linee ferroviarie e furono organizzati lunghi convogli di carri trainati da cavalli per collegare le stazioni ferroviarie con il fronte. Un'unica linea fu riattivata nel tardo settembre 1870 per l'approvvigionamento degli assedianti di Parigi, per il trasporto dell'artiglieria d'assedio e per accumulare le munizioni per il bombardamento della capitale francese. Soltanto nel gennaio 1871, una seconda linea funzionò fra la frontiera tedesca e Parigi sotto assedio. Comunque, il rifornimento degli enormi eserciti della Prussia e dei suoi alleati contò primariamente sulla grande produttività agricola della Francia. All'inizio della campagna, la stagione del raccolto aveva favorito gli eserciti di Moltke, ma quando questi si trovarono davanti al problema di alimentare un esercito assediante, i soldati prussiani utilizzarono la loro esperienza di contadini scavando patate e macinando il grano; requisizioni ed acquisti completarono l'opera.

Anche quando gli eserciti ebbero accesso ad una linea ferroviaria, l'organizzazione rifornimenti non poté risolvere completamente né il problema del magazzinaggio degli alimenti lungo il percorso né il trasporto di essi alle truppe causa l'esigenza del rifornimento munizioni.

Nel campo delle comunicazioni i prussiani sfruttarono il telegrafo nei limiti delle sue possibilità: i cavi erano lenti e difficili da tendere sul campo e la capacità delle apparecchiature era troppo lenta per permettere comunicazioni bidirezionali; perciò il telegrafo non fu realmente molto idoneo per trasmettere ordini dettagliati a comandanti subordinati che fronteggiavano il nemico sul campo e che richiedevano una capacità di rapida reazione; fu invece molto efficace per l'invio di direttive generali, infatti Moltke lo usò per comandare le sue armate.

Dopo la sconfitta di Sedan e l'avanzata prussiana su Parigi, le comunicazioni francesi fra Parigi, Tours e le fortezze rimaste isolate e sotto assedio, furono molto precarie. Parigi comunicò con le sue armate di soccorso mediante emissari mandati in palloni aerostatici e ne ricevette notizie per mezzo di piccioni viaggiatori. L'uso dei piccioni viaggiatori per far arrivare notizie nelle città bloccate non era una cosa nuova: durante l'assedio di San Giovanni d'Acri(1189-91) aveva reso importanti servizi. La proprietà posseduta da questi uccelli di ritornare senza esitazione alla loro colombaia, anche se lontani centinaia di chilometri, da molto tempo non era più usufruita che da dilettanti. A Parigi si possedevano tali piccioni in gran numero, ma quando si pensò di trarne profitto il blocco era già chiuso e quindi si dovettero farli uscire in pallone. I palloni, trasportati così nella provincia, ritornarono a Parigi apportatori di brevi dispacci introdotti in piccoli tubi attaccati alle penne della coda; per aumentare le possi-

bilità di comunicazione fu mandato a Tours – sede del governo provvisorio della Terza Repubblica – il fotografo Dagron che, mediante la microfotografia, imprimeva su di una pellicola avente le dimensioni di 40 per 30 millimetri lo scritto di 12 fogli di stampa; questi fogliolini, inviati a Parigi sempre per mezzo dei piccioni, venivano letti con il microscopio elettrico. Pare che il numero dei dispacci privati o governativi arrivati a Parigi con tale mezzo fosse stato di 180.000.

Sul finire del secolo, la logistica e le comunicazioni a breve e lunga distanza fecero enormi progressi grazie al telefono, al telegrafo senza fili ed al motore a combustione interna. I primi ad impiegare il telefono per scopi militari furono i tedeschi che nel 1885, mentre conducevano esperimenti con cannoni pesanti contro fortificazioni, inviarono osservatori avanzati che usarono la nuova invenzione per comunicare le correzioni di tiro alle postazioni dell'artiglieria. Furono anche impiegati osservatori in palloni frenati che comunicarono a terra sempre per mezzo del telefono.

Tecnologia e arte militare navale

Le battaglie di Trafalgar, nel 1805, con la quale la Gran Bretagna conquistò il predominio sui mari fino alla Prima Guerra Mondiale, e di Navarino, nel 1827, dove la flotta anglo-franco-russa distrusse quella turco-egiziana e consentì l'ottenimento dell'indipendenza greca, furono le ultime del periodo della marina velica.

La rivoluzione del vapore, elettricità e progredite metallurgia e cantieristica, favorirono il trasporto e la guerra sul mare così come la logistica e le armi sulla terra.

Il telegrafo senza fili ebbe un maggior impatto sul mare perché diede alle navi un mezzo di comunicazione a lunga distanza con la terra e fra di loro del quale avevano sempre mancato.

Nel 1830, le navi a vela incominciarono ad essere dotate anche di motori a vapore, prima usando le ruote a pale per la propulsione ausiliaria e gradualmente adottando la più efficiente propulsione ad elica. Quest'ultima provocò la spinta decisiva per l'adozione del vapore sulle navi da guerra. Infatti, l'ingombro e la fragilità delle ruote a pale aveva reso poco vantaggiosa, se non riduttiva, l'adozione della macchina a vapore a bordo delle unità delle marine militari. I primi risultati pratici dell'elica furono ottenuti da Giuseppe Ressel, un funzionario forestale triestino che, nel 1826, applicò al brigantino "Civetta" un'elica a pala unica. Più tardi un inglese, F. Petitt Smith, brevettò un'elica in legno che si ruppe in breve tempo per un'avaria della nave sulla quale essa era stata montata; comunque la velocità della nave era stata notevolmente aumentata; l'Ammiragliato inglese, all'inizio diffidente, organizzò un singolare esperimento: due navi di uguale dislocamento e potenza, l'"Alecto" a ruote e la "Rattler" a elica, furono collegate con un cavo da rimorchio da poppa a poppa; le macchine furono messe avanti a tutta forza e la "Rattler" trainò l'"Alecto", con le ruote che giravano a pieno regime, ad una velocità di 2, 5 nodi. La prova fu determinante: gli anni seguenti videro la propulsione ad elica detronizzare quella a ruote e il vapore ufficialmente adottato anche dalle principali marine da guerra, sia pure

come ausiliario delle navi a vela. Le navi a vapore guadagnarono una maggiore velocità non soltanto per la costanza con la quale potevano mantenerla, ma anche per le loro rotte: piuttosto di effettuare deviazioni per sfruttare i venti e le correnti favorevoli, le navi a vapore usarono le rotte più dirette.

L'aumentata velocità, così come le rotte più dirette, tanto aumentarono la celerità del movimento delle navi e delle flotte che la rivoluzione nella propulsione aumentò marcatamente la proporzione forza navale-spazio. Quando poi fu collegata al telegrafo senza fili, che trasformò le comunicazioni fra le navi in mare e facilitò l'esplorazione, il movimento e la concentrazione delle forze, l'alterazione nella proporzione forza-spazio diede al potere navale maggiori vantaggi che in precedenza. Questo cambiamento ebbe un effetto pienamente paragonabile a quello provocato dalla transizione dalla galea alla vela. Significò che navi esploranti equipaggiate con telegrafo senza fili dovevano soltanto osservare un porto sottoposto a blocco e se una flotta tentava di uscire per eluderlo potevano usare il telegrafo per chiamare i grossi vascelli ad ingaggiare il combattimento.

D'altro lato il vapore complicò il problema dei rifornimenti che, a sua volta, riguardò la proporzione forza-spazio in un verso contrario a quello della stessa propulsione. La dipendenza da una base per un frequente rifornimento di combustibile significò che una certa parte della flotta doveva dedicarsi ad andare e venire da un porto per procurarsela; anche se poteva farlo più rapidamente di una nave a vela, quella a vapore dipendeva maggiormente da una base che non il veliero che non necessitava di combustibile. Le basi perciò divennero molto più importanti perché le operazioni molto distanti da un porto amico diminuirono drasticamente la forza del potere navale rispetto all'era della vela.

Il ferro e l'acciaio fornirono un'altra fonte di efficienza alla navigazione. Nel corso della storia fino al 1830, le navi erano state costruite con materiali organici, principalmente legno; il ferro era già da tempo largamente utilizzato negli scafi tradizionali come rinforzo, e anche in sostituzione del legno, per quelle parti di più difficile realizzazione o che richiedevano legnami con particolari curvature. Quello che aveva impedito la loro costruzione non era stata l'assenza di conoscenze scientifiche, ma di mezzi tecnologici adeguati. Prima della rivoluzione industriale il ferro era un materiale relativamente prezioso ed il suo impiego era perciò limitato agli utensili ed agli oggetti più importanti – incluse naturalmente le armi – o ad usi per i quali non esistevano sostituti. Sul mare, come sulla terra, grandi strutture di ferro erano sconosciute. La loro costruzione divenne possibile soltanto nella seconda metà del diciottesimo secolo quando il carbon coke sostituì il carbone di legna come combustibile per fondere i metalli e vennero realizzate macchine utensili più perfezionate.

Le navi in ferro si dimostrarono più durevoli e spesso meno costose da riparare, l'apparizione di vernici sottomarine risolse inoltre il problema della corrosione. Gli architetti navali costruirono vascelli a vela di ferro che, lentamente, sostituirono il combustibile al vento.

Il primo passo verso la costruzione di navi da guerra di ferro fu compiuto durante la campagna di Crimea, quando i francesi si accorsero che le loro navi di linea erano troppo ingombranti e di eccessivo pescaggio per giungere ad un'efficace distanza di tiro da Sebastopoli: improvvisarono in gran fretta cinque

batterie natanti, protette da corazze capaci di resistere non solo ai proietti pieni ma anche a quelli esplosivi. Questi battelli a fondo piatto dislocavano circa 1600 tonnellate ed erano protetti fino a 70 cm. al di sotto del galleggiamento da lamiere di ferro fucinato dello spessore di 10 cm., portavano sedici cannoni da 56 libbre ed erano dotati di macchine a vapore da 150 CV. Queste batterie galleggianti corazzate furono impiegate contro le batterie russe di Sebastopoli e dopo la presa della città contro le fortificazioni di Kinburn che difendevano l'estuario formato dalle foci dei due fiumi Dnieper e Bug: il loro successo fu completo, anche colpite da 130 colpi, subirono lievissimi danni (2 morti e 24 feriti) mentre il forte fu incendiato, quasi tutti i pezzi smontati e aperte larghe brecce nei bastioni. Questa esperienza, la notizia della quale si diffuse presto grazie al telegrafo, dimostrò che batterie galleggianti, mentre erano inadatte alla navigazione in mare aperto, potevano operare efficacemente in acque limitate, dove la navigabilità contava poco e dove i bersagli o erano fissi o non in grado di navigare liberamente. Da questo episodio nacque, in pratica, l'epoca delle navi da guerra a vapore, blindate e dotate di moderne artiglierie.

Il primo scontro fra navi corazzate – sebbene ancora rudimentali rispetto a quelle già costruite in Europa – avvenne durante la Guerra Civile americana nel marzo 1862. I sudisti avevano ricostruito la pirofregata "Merrimack", ribattezzandola "Virginia" e dotandola di una corazzatura improvvisata composta per la maggior parte di binari di ferro, per opporsi al blocco navale unionista. La nave era armata con sei cannoni da 9 pollici, due pivottanti da 7 pollici e due da 6 pollici, installati cinque per ogni fiancata. L'8 marzo la "Virginia" attaccò alcune navi unioniste che bloccavano il fiume James e gli approcci a Richmond: speronò il "Cumberland"uno sloop da 30 cannoni, affondandolo, catturò il "Congress" da 50 cannoni e inflisse seri danni alla fregata "Minnesota", con la perdita di soli 10 uomini. Per affrontare questa minaccia, i nordisti inviarono il giorno dopo la "Monitor", costruita qualche anno prima dall'ingegnere svedese John Ericsson, una nave corazzata a fondo piatto con i macchinari sistemati sotto la linea di galleggiamento per cui il ponte era a pelo d'acqua e da esso sporgevano la timoniera, il fumaiolo e una torretta corazzata rotante per 360° con due cannoni da 11 pollici che offriva il vantaggio di poter sparare in ogni posizione contro la "Virginia" con i cannoni sulle fiancate.

Lo scontro fra le due navi corazzate – al quale assistettero altre navi e una folla di civili e soldati – iniziò il mattino del 9 marzo ad Hampton Roads, una baia sulla costa atlantica degli Stati Uniti,. Durante il combattimento che durò più di quattro ore, la "Monitor"dovette ritirarsi due volte in acque basse per rifornirsi di munizioni.

Le navi si spararono a breve distanza ed ambedue tentarono di speronarsi senza successo. La "Monitor" poteva sparare i suoi proietti da 135 libbre con un ritmo di soltanto uno ogni sette minuti perché i suoi cannoni dovevano essere ritratti nella torretta per il ricaricamento. Essa mise a segno 20 colpi sui 52 sparati; la "Virginia", che poté sviluppare un maggior volume di fuoco, ne mise a segno 23. Quando la "Monitor"si ritirò per riparazioni, la "Virginia", che faceva acqua a prua ed a corto di munizioni, la imitò. Nessuna delle due navi ebbe la corazza perforata e le perdite furono lievi, ma ambedue gli equipaggi erano esausti per il rumore della battaglia, per la faticosa manovra dei cannoni e per il

continuo controllo dei recalcitranti motori a vapore. Il collaudo in combattimento confermò i nuovi orientamenti.

Il primato della concezione del nuovo naviglio da guerra fu del già citato maggiore Cavalli: "Uno dei primi a servirsi dell'esperienza di Kinburn come di una buona ragione per prevedere la costruzione di grosse unità corazzate fu il grande artigliere italiano Giovanni Cavalli, uno dei pionieri dell'introduzione dei cannoni rigati a retrocarica.

Nel 1856 propose la costruzione di una batteria galleggiante di 1500 tonnellate e di una nave corazzata da ventiquattro cannoni di 1600 tonnellate o da trentasei cannoni e 2400 tonnellate. In entrambi i casi egli preconizzava l'impiego esclusivo del ferro, i fianchi inclinati, una specie di corazza in lamiera ondulata e una potenza di macchina sufficiente per permettere a queste navi l'uso del rostro. Cavalli sostenne energicamente che la creazione delle corazzate di grande dislocamento era inevitabile a causa dei progressi delle industrie metallurgiche e dell'architettura navale." [17]

Sull'esperienza delle batterie galleggianti in Crimea, il francese Dupuy de Lome costruì la prima nave corazzata, la "Gloire": completata nel 1859, era una fregata di 5675 tonnellate di dislocamento a propulsione mista vele, vapore ed elica, con le fiancate protette da lastre di ferro di spessore fra i 4, 3 e i 4, 8 pollici. Con una velocità di 13 nodi senza vele, generata da un apparato motore di 2537 HP e un armamento inizialmente di 32 pezzi rigati da 30 libbre (164 mm. di calibro) di cui 28 sistemati sul ponte di batteria e 4 sul castello ; questi cannoni, i più moderni di cui disponesse la Marina francese, erano del tipo a retrocarica e potevano sparare ad una distanza di quasi seimila metri proietti troncoconici e di peso doppio rispetto alle palle piene dei cannoni lisci del medesimo calibro. Tuttavia, la posizione dei pezzi non era delle migliori perché non solo erano scarse le possibilità di elevazione e di brandeggio, ma la disposizione a poco meno di due metri dal livello del mare creava notevoli difficoltà in caso di cattivo tempo. L'armamento della "Gloire" subì in seguito alcuni mutamenti contemporaneamente ai lavori di ammodernamento che ebbero inizio nell ' estate del 1868:l'artiglieria venne mutata in sei pezzi da 240 mm., sistemati in batteria al centro e in due cannoni da 190 mm. dei quali uno era in caccia e uno in ritirata. La sua apparizione fu il segnale per un'immediata risposta britannica: la messa in cantiere della "Warrior" e subito dopo della gemella "Black Prince", le prime navi da guerra interamente in metallo, a vela e motore e compartimenti stagni, con un dislocamento di 9210 tonnellate, con una cintura corazzata parziale che si estendeva per tutto il centronave per una lunghezza di 64, 9 metri (su 115, 82), per un'altezza di 6, 4 metri sopra il galleggiamento e di 1, 8 sotto di questo; le piastre di ferro fucinato, dello spessore di 120 mm., erano applicate allo scafo metallico giacendo su di un "cuscino"di legno di tek dello spessore di 460 mm. ; in questo"ridotto" erano installati 26 cannoni ad avancarica da 68 libbre mentre 10 da 110 libbre e 4 da 70 libbre ne rimanevano fuori; ma nel 1867, per alcune deficienze riscontrate, l'artiglieria fu modificata in 4 cannoni da 203 mm. e 28 da 180 mm. ad avancarica, oltre a 4 pezzi da 20 libbre a retrocarica

[17] J. P. Baxter: "The introduction of the ironclad warship"-The Harvard College, 1936, p. 23

per le salve di saluto ; sul ponte di coperta furono collocati 8 pezzi da 180 mm., due a prora, due a poppa e due per ogni lato. Le due navi furono le prime ad avere due alette di rollio così che le artiglierie venivano impiegate anche con 10 -15° di inclinazione. La velocità era intorno ai 14 nodi, generata da un apparato motore di 5270 HP.

La comparsa di queste navi provocò una gara fra le nazioni marittime le quali erano giunte alla conclusione che pochi vascelli corazzati potevano completamente dominare tutte le vecchie navi di legno e a vela esistenti, "come un leone in un gregge di pecore" come ebbe a dire de Lome. Gradualmente, le dimensioni delle navi e lo spessore delle loro corazze vennero incrementati. Sul mare, come sulla terra, i cannoni ad avancarica furono sostituiti da quelli a retrocarica. Poichè le considerazioni di peso che limitavano le dimensioni delle artiglierie terrestri non si applicavano nella stessa forma sul mare ed anche perché era necessario perforare le corazze che proteggevano le parti vitali degli avversari, i cannoni imbarcati sulla navi da guerra crebbero con grande rapidità fino a raggiungere pesi di oltre 60 tonnellate. Questo, a sua volta, portò ad un rapido declino del numero dei pezzi che potevano essere installati a bordo, mentre i progettisti navali studiarono molti modi per montarli. Invece di essere collocati sulle fiancate, come precedentemente, i cannoni vennero situati in barbette girevoli azionate a vapore, che più tardi si svilupparono in torrette. Se il cannone doveva sparare in tutte le direzioni, la velatura doveva essere eliminata; quando successivi perfezionamenti nei motori ridussero il consumo del combustibile ed aumentarono l'autonomia e l'affidabilità, le vele vennero progressivamente ridotte fino a che la britannica "Devastation", del 1871, divenne la prima nave senza vele in assoluto.

La tattica navale non mutò molto rispetto all'epoca della marina velica: dato che era necessario usare contemporaneamente la maggior parte dei cannoni di bordo, si tendeva a mostrare il fianco alla prua del nemico che così poteva utilizzare soltanto i cannoni prodieri.

Quando divenne disponibile, ed in maggior quantità, l'acciaio a minor costo e dimostrò superiore qualità sul ferro, quasi tutti i cannoni vennero costruiti con questo materiale. Contemporaneamente, il sistema di canne "cerchiate" fu superato da un metodo di fili d'acciaio avvolti sul tubo interno. Ed ogni controversia sui vantaggi dell' avancarica e retrocarica fu risolta intorno al 1870 dalla necessità di chiarire i problemi inerenti il caricamento e lo sparo di pezzi che aumentavano in peso e in lunghezza. Le lunghezze erano destinate ad essere incrementate quando questo si dimostrò la miglior via per aumentare la velocità iniziale al fine di perforare le corazze. Il compito di far rientrare lunghi cannoni negli scudi delle barbette o nelle torrette per mettere le cariche e le granate nella bocca del pezzo era laborioso, complicato e richiedeva del tempo. La celerità di tiro, con i cannoni a retrocarica, poteva essere notevolmente migliorata; i difetti di questi ultimi, quando vennero prodotti inizialmente da Krupp e Armstrong, erano la possibilità di esplosioni o di fuoruscite di gas e fiamme dovute all'imperfetta tenuta degli otturatori. Ma, al tempo della guerra franco-prussiana, questi difetti erano stati eliminati. Negli anni 70-80 le torrette con cannoni a retrocarica furono adottate quasi universalmente; il caricamento ed il brandeggio furono effettuati con sistemi idraulici(più tardi elettrici) e il rinculo venne

assorbito da molle d'acciaio o da apparecchiature idrauliche.

Le prime corazzate esclusivamente a torri furono create, nel 1876, dal generale del Genio Navale italiano Benedetto Brin: la "Duilio" e la "Dandolo". Queste navi, di oltre 11.000 tonnellate di dislocamento, erano dotate di quattro pezzi da 450 mm. posti abbinati in due torri corazzate girevoli al centro nave in modo che potessero sparare contemporaneamente, dall'uno e dall'altro lato, ad una distanza di tiro di oltre duemila metri. La loro velocità era di 15 nodi.

Mentre nei giorni delle navi da guerra in legno e a vela, le fregate erano state poco più che la copia più piccola ma più veloce delle navi di linea, nell'età del vapore e del ferro, bastimenti più piccoli chiamati *incrociatori* portavano una corazzatura in coperta, curvata nelle fiancate fin sotto la linea di galleggiamento per dare protezione ai motori ed ai depositi munizioni anziché in torri, i cannoni – di norma da 4 o 6 pollici – erano su affusti collocati su piattaforme girevoli (le barbette), spesso dotate di scudi, in coperta. Con una velocità di 20-23 nodi, gli incrociatori avevano un dislocamento che variava da 2000 tonnellate fino ad avvicinarsi a quello delle navi da battaglia.

Parallelamente alla cura dedicata ai cannoni ed alle torrette, i tecnici si orientarono anche verso il perfezionamento dei proietti allo scopo di perforare le corazze di spessore sempre maggiore. Il ferro scomparve poichè era di facile rottura all'impatto e fu sostituito da proietti d'acciaio con l'ogiva indurita, più tardi protetta da una capsula di acciaio morbido per favorire l'impatto, che dimostrarono un'alta capacità di perforazione. Progressi vennero fatti anche nelle cariche di lancio e di scoppio.

Nel 1846, il tedesco C. F. Schonbein aveva creato la nitrocellulosa, o fulmicotone, aggiungendo acido nitrico al cotone; successivamente migliorata dal barone austriaco von Lenk nel 1860, fu stabilizzata sottoforma di collodio dal francese Paul Vieille e si dimostrò quattro volte più potente degli esplosivi esistenti. Poi, nel 1875, lo svedese Alfred Nobel mischiò con successo il fulmicotone con la nitroglicerina e nel 1885 sviluppò questa miscela in balistite, che era infume, un progresso vitale. Quasi nello stesso tempo, gli inglesi Frederick Abel e James Dewar misero a punto la cordite miscelando la nitrocellulosa e la nitroglicerina con gelatina minerale. Questi propellenti infumi non soltanto aumentarono la gittata delle artiglierie e portarono ad una nuova generazione di cannoni (ed armi portatili) ma iniziarono una nuova era nelle tecniche di tiro e nella tattica poichè i cannoni non furonó più immersi nel fumo (che segnalava la loro posizione) e gli artiglieri poterono osservare il punto di caduta dei colpi e correggere il tiro.

Notevoli progressi furono inoltre compiuti nell'indurimento dell'acciaio mediante l'aggiunta di speciali elementi come il tungsteno, il nickel, il cromo e il manganese, rafforzando così le corazzature.

Dopo l'impiego, come armi difensive, delle mine statiche subacquee, che durante la Guerra Civile americana affondarono 26 navi, comparve nella guerra navale una nuova arma offensiva: il *siluro*. Il triestino Giovanni Luppis, ufficiale della Marina austroungarica e l'ingegnere britannico Robert Whitehead, lavorando insieme a Fiume, costruirono, nel 1866, la prima mina autopropellente denominata appunto siluro. Il prototipo in ferro a forma di sigaro, che veniva lanciato da un tubo, era lungo circa 5 metri, largo circa 40 cm. e portava sull'o-

giva una carica esplosiva di circa 10 Kg. ; era propulso da un motore ad aria compressa che gli imprimeva una velocità di 6 nodi con un ' autonomia di 600 metri ; un piatto idrostatico, nel quale la pressione della molla era regolata in modo tale da eguagliare la pressione esterna alla quota desiderata, agiva sui timoni prodieri, mentre un pendolo, che aveva la funzione di mantenere l'asse del siluro coincidente con la traiettoria di lancio, agiva sui timoni orizzontali poppieri. La nuova arma, ovviamente, provocò un impatto sulle costruzioni navali e sulla tattica; fra le molte innovazioni vi fu l'idea di una nuova classe di naviglio da guerra per l'attacco con i siluri. Nel 1877 l'Ammiragliato britannico ordinò alla ditta Thornycroft una lancia veloce, la "Lightning", dotata di un primitivo tubo lanciasiluri, lunga 25 metri, con un dislocamento di 27 tonnellate, con un motore a vapore di 450 HP che le consentiva una velocità di 19 nodi questa divenne la prima "torpediniera" del mondo, imitata, con maggior dislocamento e velocità da tutte le altre marine.

Le torpediniere furono destinate ad attaccare con il siluro, come stuoli di cani da caccia, le grandi navi da battaglia: per la prima volta nella storia una piccola nave poteva attaccarne una molto più grande con buone prospettive di successo.

Le corazzate, per la loro difesa, ebbero in dotazione un numero sempre maggiore di cannoni di medio e piccolo calibro, sparsi in tutti i punti possibili della nave.

L'esigenza di proteggere le grandi navi diede origine ad un'altra classe: il cacciatore delle torpediniere, poi chiamato "cacciatorpediniere", egualmente veloce ma più grande, dotato di cannoni per distruggere le torpediniere, ma che in seguito ebbe anche la funzione, insieme agli incrociatori, di proteggere la flotta e le rotte commerciali.

Sul finire del secolo, un'altra minaccia si profilò per le grandi navi da battaglia, quasi in concomitanza con l'avvento del siluro: *il sommergibile.* Fino da tempi immemorabili l'uomo aveva cercato di immergersi sott'acqua per pescare, per esplorare il fondo marino o per rendere offesa al nemico. Tucidide, nella sua "Guerra del Peloponneso", parla di nuotatori – antesignani dei moderni arditi incursori – che s'immergevano per segare le palafitte che proteggevano gli ormeggi delle navi siracusane e non esitavano a produrre falle negli scafi nemici durante la battaglia. Aristotele descrive due tipi di apparecchi maneggevoli ed atti a consentire una riserva d'aria, usati da antichi sommozzatori e chiamati "cornamusa" e "campana".

La prima "macchina" sottomarina fu costruita dopo un incontro di Aristotele con Alessandro Magno nel 325 a. C. Durante l'assedio di Tiro, il grande re di Macedonia fece costruire il primo elemento della sua "campana" rassomigliante ad uno di quei grandi cofani di legno calafatati col bitume nei quali i marinai greci usavano conservare l'acqua potabile: con questa campana Alessandro contava di esplorare il fondo dei mari. Nella forma definitiva, la macchina costruita con un'ossatura di quercia costituiva una specie di grande botte larga 3 metri e 70 centimetri per 2 metri d'altezza, rinforzata da placche di bronzo, da chiodi e solidamente legata con corde; l'interno era reso compatto mediante bagli, un banco permetteva di sedersi. Il bitume assicurava l'assoluta tenuta stagna; la navicella subacquea aveva un aspetto strano, inquietante per l'epoca,

con i suoi portelli muniti di vetri incolori: fu chiamata "Skappe andros", letteralmente "uomo barca". Quando fu pronta, venne imbarcata su di una nave fenicia a Keuta sulla quale si trovavano già Alessandro e Aristotele. Il compito di collaudarla era stato affidato al comandante della flotta Nearco, il quale doveva immergersi insieme al re.

Il giorno della prova la campana venne rifornita di viveri, di lampade a olio e di tuniche per il freddo: alle dieci del mattino iniziò l'esperimento al quale, dall'esterno, partecipavano numerosi pescatori di perle che dovevano effettuare i collegamenti.

Filati i cavi la navicella scomparve in un gorgo. L'immersione durò fino alla notte (sembra poco probabile ma così ci è stato tramandato); Alessandro voleva resistere ma il compagno crollò svenuto e venne così ordinata la risalita. Fu questo il primo tentativo ufficiale, per così dire omologato, di esplorazione sottomarina umana. Per due millenni circa gli uomini accettarono la visione sommaria e inquietante di Alessandro e Nearco, poco adatta certamente ad incoraggiarli nell'esplorazione del mondo sottomarino. Fino al secolo XVI, i tentativi di immergersi si limitarono a rudimentali scafandri e a grossolane campane.

Le prime intuizioni si devono, alla fine del XV secolo, a Leonardo da Vinci che, nel suo "Codice Atlantico" sviluppò il concetto della nave sottomarina. Il primo progetto scientifico, che però non sembra sia stato messo in pratica, si deve al matematico inglese William Bourne (1578), il quale asserì che qualsiasi oggetto, per immergersi, doveva essere più pesante del suo volume d'acqua, secondo il famoso principio di idrostatica scoperto da Archimede di Siracusa mentre faceva il bagno che gli fece gridare il leggendario "Eureka!"; il filosofo siciliano si era accorto che il proprio corpo, immerso nell'acqua, perdeva di peso permettendogli di sollevare le membra senza sforzo; aveva scoperto, in altre parole, il modo di calcolare la densità di un corpo prendendo l'acqua per unità, enunciando il famoso principio: un corpo immerso in un fluido perde una parte del proprio peso uguale a quello del liquido spostato. Se un battello sottomarino è più leggero del suo volume d'acqua – pensò Bourne – galleggia, se è più pesante affonda. Se mantenendo lo stesso peso, qualunque sia il volume, il battello può essere reso più o meno voluminoso a piacere, esso potrà a scelta galleggiare oppure immergersi a seconda che il peso specifico sia inferiore o superiore a quello dell'acqua. Oggi, come è noto, un moderno sommergibile viene zavorrato per mezzo dell'aria compressa. Bourne aveva progettato i fianchi del suo battello in cuoio con delle viti interne suscettibili di gonfiarli o sgonfiarli: quando le viti spingevano le parti verso l'interno, il volume del battello diminuiva facendolo immergere; per farlo galleggiare occorreva spingere le pareti verso l'esterno con le viti stesse, rendendo l'apparecchio più grosso e facendolo in proporzione al volume ancora immerso nell'acqua. L'aerazione veniva assicurata da un albero cavo, il sistema, in fondo adottato nel 1939 dagli olandesi e perfezionato dai tedeschi, lo "schnorkel". Bisogna pensare, per valutare la genialità di Bourne, che correva l'anno 1578.[18]

Il primo battello in grado di navigare sott'acqua fu progettato dall'olandese

[18] W. Ghetti: "Storia mondiale del sommergibile"-De vecchi, Milano, 1975, pp. 10, 13

Cornelius Van Drebbel che, nel 1624, ispirandosi ai principi di Bourne, fece costruire dai carpentieri della Royal Navy un battello speciale in legno a forma ovoidale con una cappotta superiore in cuoio grasso. Fu varato nel Tamigi davanti a Westminster e sembra che il re Giacomo I, seguendo l'esempio dato a suo tempo da Alessandro, vi abbia preso posto per sperimentarlo. Le fonti asseriscono che la navicella subacquea fosse capace di dodici vogatori e di alcuni passeggeri, che avesse abbastanza luce da consentire la lettura e fosse dotata di un sistema per il ricambio dell'aria e per purificarla. Una volta imbarcato il re, i marinai abbassarono la cappotta che fu tesa ed assicurata ermeticamente ai fianchi. Drebbel aprì i rubinetti dei cassoni laterali a pareti mobili, l'acqua li riempì rapidamente e il sommergibile scomparve a quattro metri sotto il livello del fiume. La tenuta stagna era assicurata dalla pressione dell'acqua contro la cappotta. Spinto dai remi che si articolavano attraverso manicotti di cuoio ermetici, il battello percorse alcuni chilometri. L'inventore espulse allora l'acqua respingendo le pareti mobili dei cassoni mediante viti di legno che avanzavano su dadi fissi; il sommergibile riemerse così a Greenwich. La memorabile esperienza è ricordata anche da Francis Bacon, cancelliere di Giacomo I e filosofo del metodo sperimentale.[19]

Ci siamo dilungati sulle origini del sommergibile per sfatare l'asserzione che accredita a Bushnell e Fulton la paternità di questo tipo di navigazione. La verità è che, dopo l'esperimento di Drebbel, furono costruiti altri prototipi di sommergibili, più o meno sullo stesso principio e che Bushnell e Fulton costruirono per primi battelli per uso militare. L'americano Bushnell, nel 1776, durante la Guerra d'Indipendenza americana, progettò, costruì e fece impiegare contro navi di superficie il suo battello costituito da uno scafo in legno di forma ovale, quasi due gusci di tartaruga, da qui il nome "American Turtle", così da poter meglio resistere alla pressione dell'acqua. Il battello era piuttosto piccolo: misurava infatti 2 metri e 28 centimetri in larghezza e 1 metro e 80 centimetri in altezza, per cui poteva contenere una sola persona. Nella parte superiore era collocata una cupola d'ottone per ospitare la testa del pilota che per l'osservazione in emersione avrebbe fruito di alcuni oblò sistemati intorno alla cupola. L'"American Turtle" era in grado di navigare in emersione ed immersione.

Durante la navigazione in superficie, l'aria nell'interno veniva immessa attraverso due tubi d'ottone sistemati sulla sommità della cupola; durante l'immersione, necessariamente di breve durata, l'operatore respirava l'aria rimasta nell'abitacolo. Il battello poteva navigare orizzontalmente propulso da eliche separate: un congegno di manovelle e pedali consentiva gli spostamenti orizzontali e verticali. Per attuare l'immersione era necessario immettere acqua nell'interno azionando una valvola a pedale, mentre per l'emersione bisognava espellerla per mezzo di due pompe a mano. L'armamento era costituito da una bomba ad orologeria applicata all'esterno del battello in modo che l'operatore se ne potesse liberare a piacere e, per mezzo di una trivella con una cima, fissarla ai fianchi della nave da attaccare. Per ben tre volte in cinque mesi, l'operatore, il sergente americano Ezra Lee, tentò di attaccare navi da guerra britanniche ma,

[19] id. id. p. 14

per una serie di contrattempi, incidenti e cattivi funzionamenti, pur essendo arrivato ad un soffio dal successo, non riuscì mai nel suo intento.

L'americano Robert Fulton, prendendo come dato di partenza il sommergibile del compatriota e applicandovi la competenza dell'ingegnere preparato ed aggiornato, dopo contatti rimasti senza esito con il Direttorio, riuscì ad ottenere da Napoleone un finanziamento di 10.000 franchi e costruì il suo sommergibile, il "Nautilus". Lo scafo, ricoperto di rame e rinforzato con supporti di ferro, era lungo 6 metri e 48 centimetri e dotato di una vela a forma di aquilone per la navigazione in emersione; aveva una torretta di comando, valvole di allagamento, pompa per l'espulsione dell'acqua; l'elica e i timoni di profondità e direzione erano azionati a pedali e manualmente dall'equipaggio di tre persone e poteva navigare in immersione ad una quota di 7, 6 mt. Sulla cima della torretta era collocato un acuminato puntale che avrebbe dovuto essere conficcato nella chiglia dell'unità avversaria per poi allontanarsi sganciando una carica galleggiante che per mezzo di una cima era collegata al puntale; l'esplosione di questa avveniva per la trazione del cavo di rimorchio, provocata a distanza dal sommergibile che faceva scattare un acciarino a molla nell'interno della carica esplosiva. Nonostante diversi esperimenti eseguiti con il suo battello, di risultati più o meno soddisfacenti, ma tutti positivi, osteggiato dagli alti ufficiali della Marina francese che ritenevano la nuova arma insidiosa indegna delle tradizioni e dell'onore marinaro nazionale, Fulton inoltrò una supplica a Napoleone per ottenere un ulteriore finanziamento al fine di costruire una squadra di sommergibili che, secondo lui, avrebbe potuto spezzare il blocco navale inglese. Bonaparte, forse perché le casse dello stato erano semivuote, ma anche perché non riconosceva l'importanza delle azioni navali pensando di poter risolvere tutti i suoi problemi con gli eserciti di terra, gli negò ogni ulteriore aiuto.

Fulton, deluso, si recò in Inghilterra, dove incontrò il favore del Primo Ministro William Pitt ma l'ostilità del vecchio ammiraglio John Jervis lord St. Vincent, che si era reso conto che il sommergibile avrebbe segnato la fine delle navi di superficie, simbolo della supremazia navale britannica. Ma Pitt ebbe la meglio e Fulton poté costruire un nuovo battello con un'innovazione molto importante: dentro lo scafo, un cilindro di rame costituiva la parte resistente e abitabile, mentre lo spazio vuoto fra i due scafi veniva riempito dall'acqua di zavorra; un'idea applicata poi sui sommergibili moderni. Il nuovo "Nautilus", il 15 ottobre 1805, navigando in immersione, portò una torpedine di 180 libbre sotto lo scafo di un vecchio brigantino e lo fece saltare in aria. Ciononostante, lord Jervis, alla Camera dei Lords, riaffermò che, se l'invenzione del sommergibile si fosse diffusa nel mondo, la vita delle flotte pesanti sarebbe stata minacciata e ne fece bocciare l'adozione. Fulton ritornò in America dopo aver ricevuto da Pitt un'indennità di 15.000 sterline e si dedicò alla costruzione di navi di superficie a vapore.

Dopo decenni di progetti e tentativi senza seguito, il sommergibile trovò il suo impiego durante la Guerra Civile americana. Inizialmente i sudisti misero a punto delle torpediniere semisommergibili chiamate "David" (perché erano destinate ad affondare le grosse batterie galleggianti nordiste chiamate "Goliath"). questi battelli, con propulsione a vapore, navigavano in affioramento mostrando soltanto il corto fumaiolo, il boccaporto e una lunga asta a prora sulla quale

era fissata una torpedine. Nella notte del 5 ottobre 1863, uno di questi battelli si diresse verso la squadra nordista che bloccava il porto di Charleston ed attaccò la grossa nave da battaglia "New Ironsides" provocandole una grossa falla. Nel febbraio 1864, un sommergibile derivato dal "David", in grado di navigare immerso con azionamento a pedali e manuale, affondò la corvetta nordista "Housatonic" affondando però esso stesso.

Un sommergibile di utilità pratica non fu mai affidabile fino a quando non venne azionato da un motore elettrico dotato di batterie ricaricabili. Nel 1886, il tenente Isaac Peral, della Marina spagnola, costruì un battello di questo genere con due motori elettrici ad elica azionati da 480 batterie. Ma furono i russi, i francesi e gli italiani a guidare lo sviluppo di battelli affusolati a forma di sigaro azionati dall'elettricità e armati con siluri; passo dopo passo, il sommergibile da combattimento incominciò la sua evoluzione.

Nel 1879, il battello del russo Stephan Drzewiecki fu dotato di quattro siluri montati esternamente; nel 1890 fu la volta del "Gymnote" del francese Gustave Zedè e del "Delfino" dell'italiano Giacinto Pullino. L'apparizione del periscopio, montato sul "Morse", dell'ingegnere francese Romazzotti nel 1899, fornì ai comandanti dei sommergibili il vitale vantaggio di condurre le operazioni in immersione. Il primo vero sommergibile fu il "Plunger", progettato dall'americano di origine irlandese John P. Holland e varato nel 1897; lungo 25 metri, dotato di un cannone a tiro rapido, di un tubo lanciasiluri e azionato da due motori a vapore con caldaia a petrolio, per la navigazione in superficie e la ricarica delle batterie e due motori elettrici, presentò tuttavia non pochi difetti. Un modello perfezionato e molto più affidabile fu realizzato nel 1900 dal francese Maxim Labeuf, il "Narval": con un dislocamento di 117 tonnellate in superficie e 202 in immersione, era armato con quattro lanciasiluri a tenaglia per ordigni da 450 mm., azionato da un motore a vapore con caldaie a petrolio e un motore elettrico da 80 HP per la navigazione subacquea; un'altra innovazione di Labeuf – che si richiamò all'esperimento di Fulton – fu il doppio scafo: lo spazio fra lo scafo interno (resistente alla pressione dell'acqua) e quello esterno (leggero) fu utilizzato per i doppi fondi destinati a contenere l'acqua ed il combustibile.

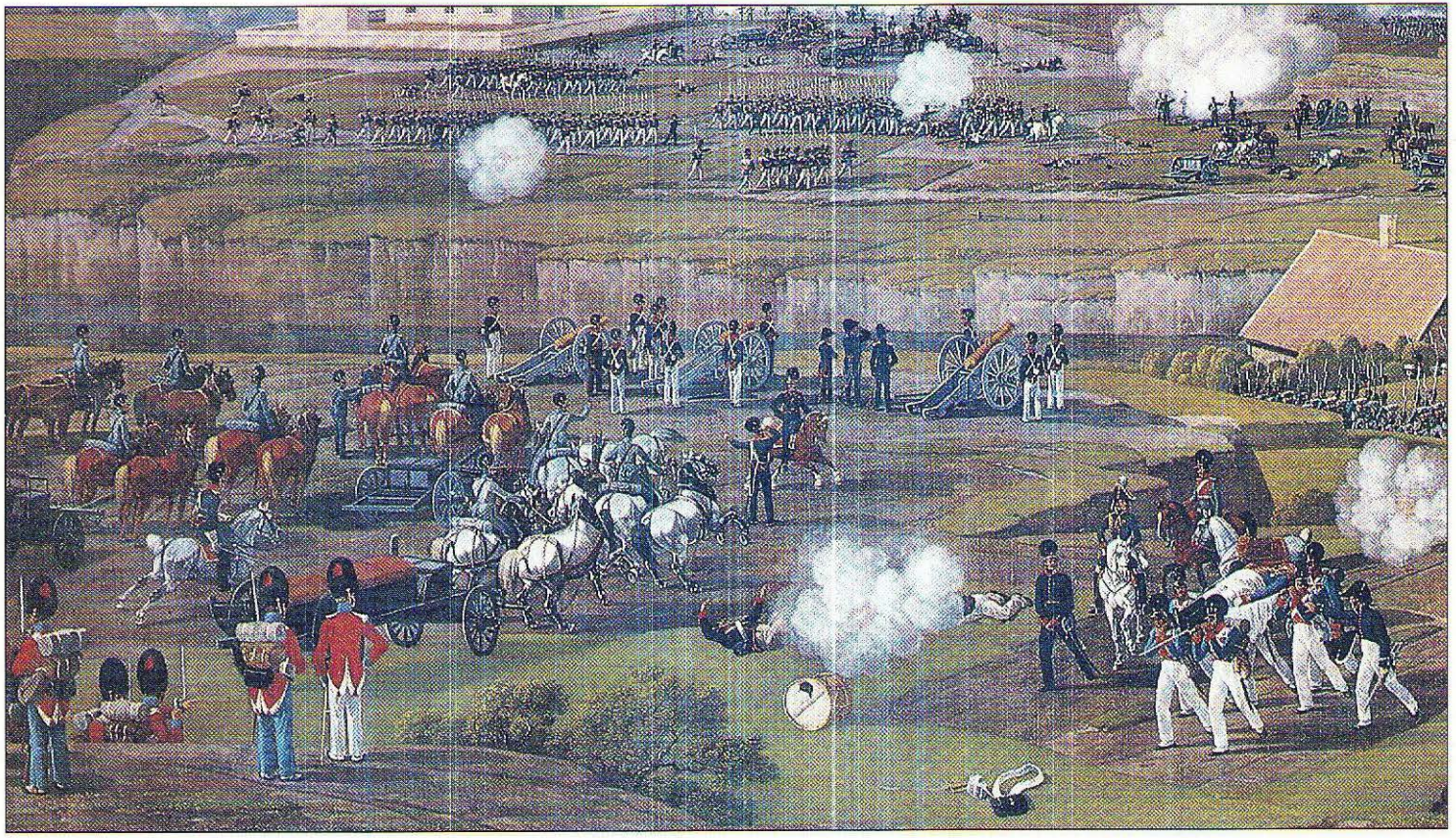
Il modello di Holland, accettato dalla Marina degli Stati Uniti, fu adottato anche dai britannici. Da questo momento lo sviluppo del sommergibile accelerò anche se il suo impiego tattico rimase ancora incerto a causa dello scetticismo e della mancanza di esperienza. La velocità aumentò ad oltre i 10 nodi in superficie e a 8 sott'acqua; vennero incrementate anche l'autonomia e la profondità raggiungibile, quest'ultima mediante rafforzamenti strutturali. Tutti questi progressi fecero presagire la possibilità di arrivare inosservati vicino alle navi da battaglia ed affondarle con i siluri. L'unica misura antisommergibile possibile fu l'abilità di una nave di speronare, se fosse stata abbastanza fortunata da localizzare il battello in avvicinamento sopra o sotto la superficie. Inoltre, il raggio d'azione e l'affidabilità dei sommergibili furono considerevolmente migliorati quando, nel 1904, l'"Aigrette" di Labeuf sostituì il pericoloso motore a petrolio con il motore ad olio pesante inventato da Rudolf Diesel. L'era del sommergibile era iniziata.

I primi impieghi militari del "più leggero dell'aria".

Durante la maggior parte del diciannovesimo secolo l'uso dell'aerostato – o più leggero dell'aria – per scopi militari rimase marginale. Contro le forze austro-prussiane, nel 1792, i francesi fecero sollevare un paio di palloni per osservare gli eserciti nemici. Il servizio dei palloni non fu considerato utile e Napoleone, qualche anno più tardi, fu contrario alla formazione di un'unità di palloni. Durante la Guerra Civile americana, ambedue le parti impiegarono palloni frenati per osservazione, specialmente nella guerra d'assedio o anche in situazioni nelle quali i fronti erano divenuti stazionari, come per esempio sul fronte di Richmond nel 1865.

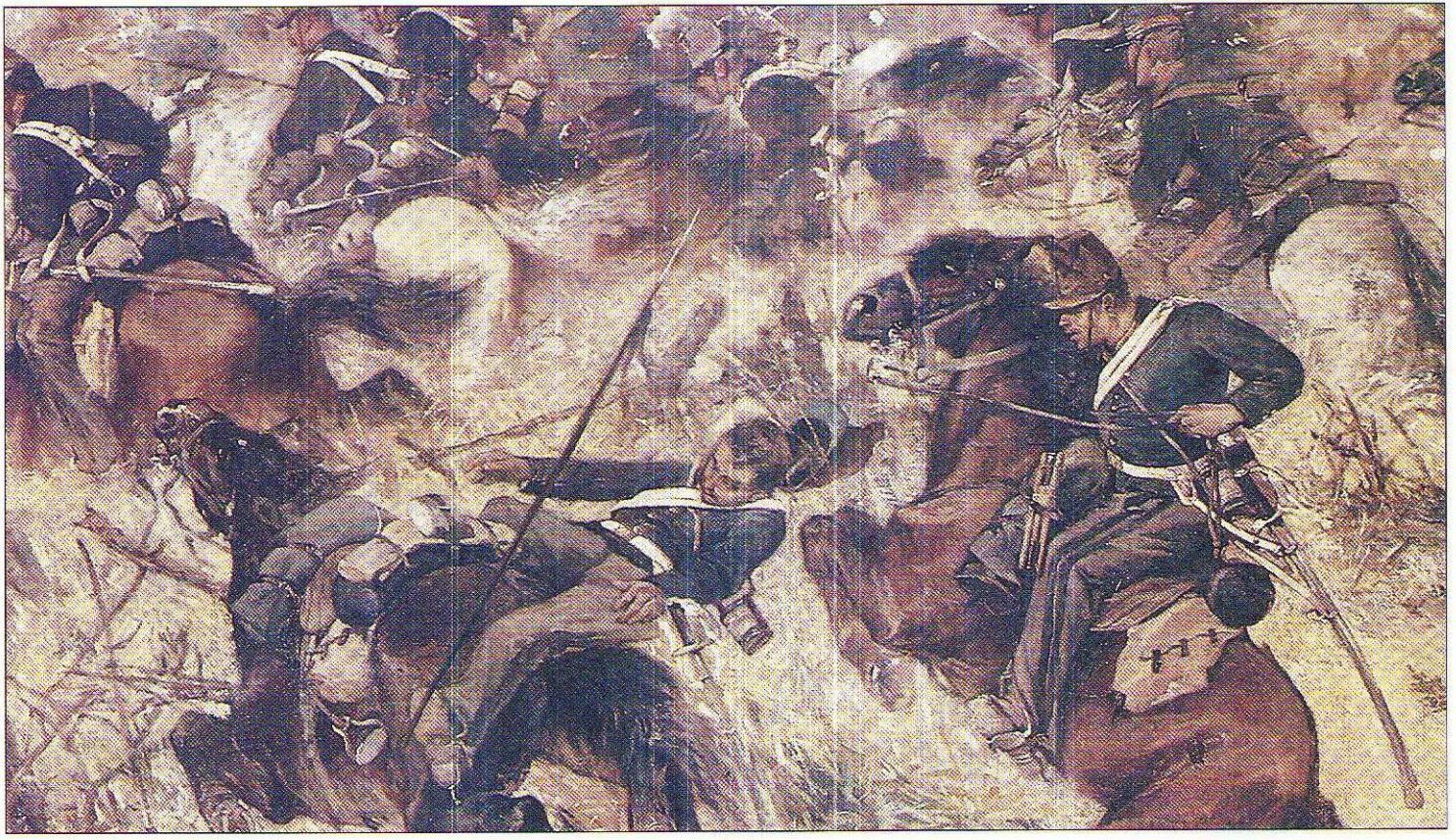
I palloni liberi diedero una grande prova durante l'assedio di Parigi nel 1870: ben sessantasei aerostati portarono fuggitivi e corrieri da Parigi assediata alle provincie del sud, alle valli della Loira, a Orleans e a Tours; il Ministro dell"Interno, Leon Gambetta fuggì da Parigi il 7 ottobre sollevandosi da Montmartre sul pallone "Armand Barbés" e atterrò presso Montdidier per organizzare la resistenza contro i prussiani. L'uso degli aerostati da parte dei francesi spinse l'esercito prussiano a chiedere a Krupp un cannone anti-pallone: ne risultò il montaggio di un pezzo da 37 mm., con alta possibilità di elevazione, su di un piedestallo collocato su di un carro a cavalli e, più tardi, su di un battello.

Il più importante sviluppo del più leggero dell'aria fu l'aeronave o *dirigibile*. Ancora una volta i metallurgici fornirono la chiave del progresso. L'isolamento di un metallo leggero, l'alluminio, nel 1825, da parte del tedesco Hans Oersted, fu reso di pubblico dominio nel 1875 e l'associazione, nel 1889, di Carl Berg – che aveva stampato e laminato l'alluminio – con David Schmarz, un commerciante di legname ungherese senza esperienza tecnica, portò alla costruzione di un'aeronave rigida in alluminio. Gonfiata con idrogeno e dotata di un motore Daimler di 16 HP che azionava quattro eliche, l'aeronave di Schwarz fu di forma aerodinamica ma di scarsa tenuta del gas; infatti migliaia di metri cubi di questo trafilarono dalle giunture e ne causarono la caduta nel 1897. Il più grande costruttore di aeronavi fu Ferdinand von Zeppelin, che aveva servito come aerostiere durante la Guerra Civile americana e nel 1887 era rimasto impressionato dall'aeronave semirigida "La France": spinta da un motore elettrico, questa aveva volato a 11 miglia orarie ed aveva dimostrato di consentire la ricognizione a lungo raggio e il trasporto di un carico di bombe. Il Ministero della Guerra germanico, non comprendendo il potenziale della nuova aeronave rigida proposta da von Zeppelin, gli negò qualsiasi aiuto fino a quando non ne avesse costruita una. Ma il favore dell'imperatore lo incoraggiò a proseguire. Alla fine del secolo, l'LZl, a forma di sigaro, lungo 128 metri, spinto da due motori Daimler, fece il suo primo volo a 17 miglia orarie. Fu tuttavia soltanto nel 1908 che l'esercito tedesco commissionò il primo "Zeppelin Z1" che viaggiò ad una velocità di 27 miglia orarie. Nel 1906, la Rheinmetall produsse un cannone antiaereo da 50 mm. montato in una torretta sul telaio di un autocarro, il primo di tali pezzi che sarebbero apparsi nel decennio successivo e che dimostrò la necessità delle forze di terra di difendersi dagli attacchi aerei.

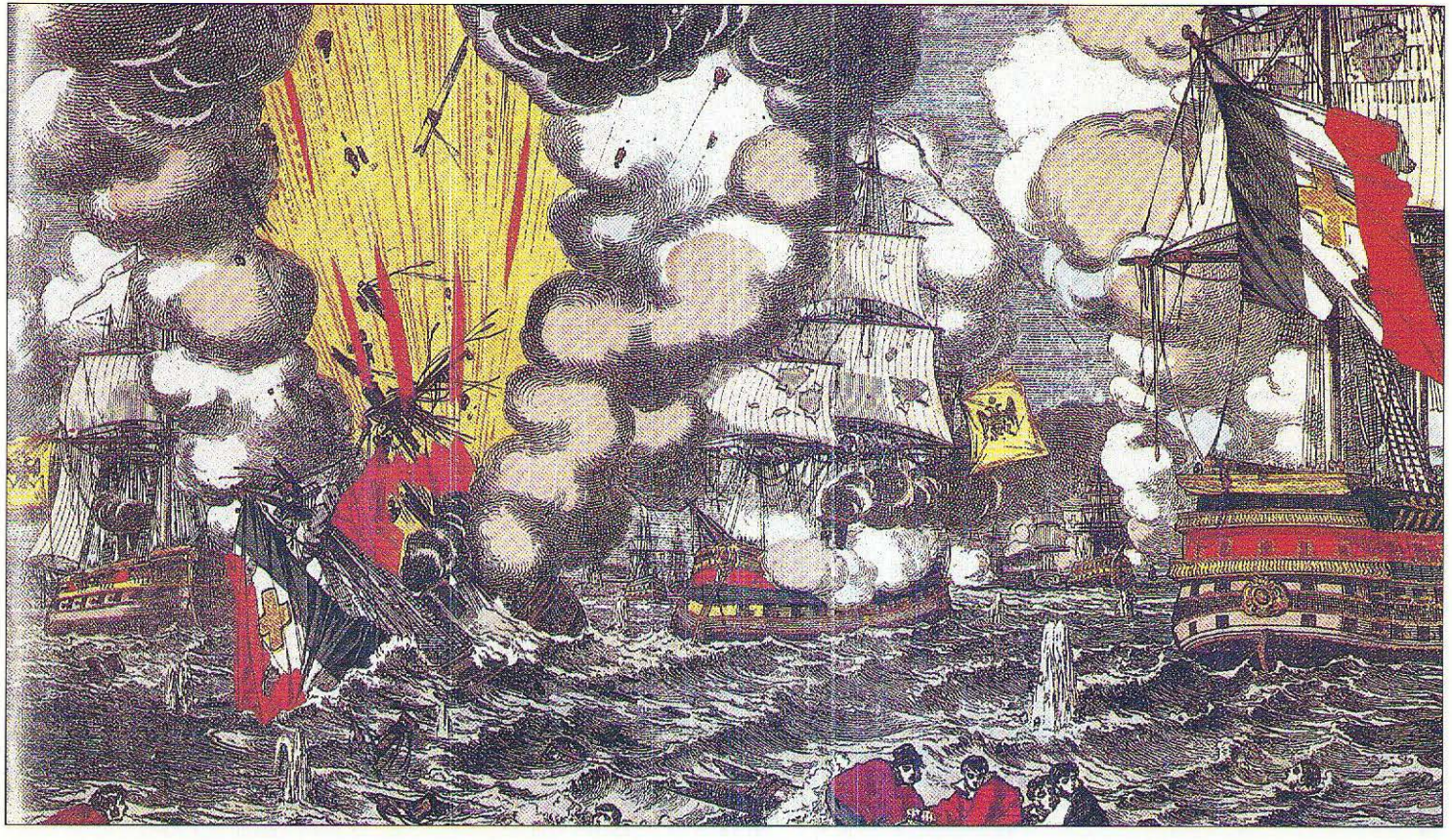


Battaglia tra Bavaresi e l'esercito di Napoleone

Artiglieri Francesi



Carica di Cavalleria



Battaglia di Lissa

Capitolo II

IL XX SECOLO FINO ALLA PRIMA GUERRA MONDIALE

Mai nessun'altra fase storica, almeno fino alla Seconda Guerra Mondiale, aveva racchiuso cambiamenti, riforme e progressi tecnologici così rapidamente realizzati, così decisivi e così duraturi nel tempo come il XIX secolo, il periodo della rivoluzione industriale.

Fino dalle guerre della rivoluzione francese la guerra aveva assunto un più spiccato significato politico e le forze armate dello Stato avevano acquistato un'importanza sempre crescente, mentre la preparazione militare si era estesa gradualmente a tutta la nazione. Fra i militari ed i civili si era stabilito un più stretto collegamento ed in quasi tutti i paesi si era diffuso il principio dell'obbligo generale e personale del servizio militare. Gli eserciti – emanazione diretta del popolo – erano diventati sempre più massicci e valevano tanto quanto il paese d'origine, trovando ragion d'essere negli stessi interessi e negli stessi ideali della nazione. Le necessità militari crearono un ordine economico nel quale i grandi interessi finanziari, industriali e commerciali presero il posto delle monarchie assolute e delle aristocrazie medioevali.

Sebbene la pace europea che seguì la guerra franco-prussiana fosse stata la più lunga della storia moderna, nessuno, dopo la rivoluzione industriale, mise mai tanto studio nel far progredire gli armamenti come durante la generazione susseguente a questa guerra.

Le potenze tecnologicamente superiori ne approfittarono per conquistare milioni di chilometri quadrati in diversi continenti. Come le annessioni dei "Conquistadores" erano state rese possibili dall'archibugio, i fucili a retrocarica, le prime mitragliatrici e le moderne artiglierie degli europei schiacciarono grandi masse dotate di armi che appartenevano al passato. Le loro ferrovie consentirono di penetrare all'interno dell'Africa e dell'Asia e diedero ai loro eserciti una mobilità che compensava l'inferiorità numerica; lo stesso mezzo tecnico fu altrettanto importante per la colonizzazione russa nell'Asia centrale e per l'espansione americana verso l'ovest.

Alla fine del XIX secolo, mentre la "nazione armata" era entrata nella fase del suo sviluppo, cominciarono a trovare pratica attuazione le invenzioni destinate a rivoluzionare le concezioni sulle quali si fondava.

La ferrovia aveva già influito enormemente sulla strategia e la logistica, ma due altre invenzioni introdussero nella guerra elementi che offrirono possibilità decisamente superiori a quelle offerte fino ad allora dalla polvere da sparo e dal vapore: il motore a combustione interna e la telegrafia senza fili – ed in seguito la radio.

La prima non solo condusse ad una rivoluzione nei trasporti stradali e conseguentemente nella tecnica bellica terrestre consentendo la messa a punto di veicoli da combattimento ma, risolvendo il problema del volo, portò la guerra

in una nuova dimensione, il cielo. La seconda portò la guerra nell'etere dando l'avvio a nuove invenzioni impensabili qualche decennio prima.

Questi nuovi ritrovati, come altri derivati da numerose invenzioni di minore importanza, uniti ai progressi effettuati nei campi delle scienze metallurgiche, chimiche, elettriche biologiche ecc., misero in movimento forze ben differenti da quelle azionate dal carbone e dal vapore. L'intelligenza più che la pratica, il pensiero più che le cose e sopratutto l'immaginazione, erano in lotta per guadagnare in potenza. Comparvero nuove sostanze, nuove sorgenti di energia vennero scoperte e la rivoluzione industriale sfociò in una civiltà tecnica.

Per assicurarsi il predominio commerciale e marittimo, le grandi potenze diedero inizio alla corsa agli armamenti; questa vide alla testa la Germania che, nel 1898, giunse a stabilirsi al secondo posto come potenza navale, sfidando la supremazia marittima della Gran Bretagna.

Tecnologia ed arte militare terrestre.

Negli anni del 1900 precedenti la Prima Guerra Mondiale, gli eserciti e gli armamenti non erano molto dissimili da quelli degli ultimi decenni del secolo precedente. Durante questo periodo, la più micidiale guerra fu quella combattuta in Estremo Oriente fra russi e giapponesi, vinta da questi ultimi. Ma mentre sul mare apparvero mezzi, armamenti e dottrine derivati dal progresso tecnologico, sulla terra la guerra fu combattuta nello stesso modo in cui era stata condotta dal 1853; quando ambedue gli eserciti giunsero allo scontro, le perdite umane furono enormi; nonostante le manovre per trarre vantaggio da un attacco sui fianchi e sulla retroguardia, si arrivò sempre ed invariabilmente ai sanguinosi assalti alla baionetta. Per esempio, a Mukden, dove fu combattuta l'ultima battaglia decisiva fra il 21 febbraio ed il 10 marzo 1905, le perdite complessive dei due eserciti ammontarono a oltre 150.000 uomini. Senza dubbio il Giappone emerse come potenza moderna da paragonare alla Gran Bretagna ed agli Stati Uniti o ad altre nazioni progredite; ma queste ultime non trassero nessuna conclusione su quanto era necessario nella competizione sugli armamenti e sul campo di battaglia. Il Giappone invece imparò che, sia in terra che sul mare, la potenza di fuoco era vitale ma che un bombardamento massiccio non avrebbe necessariamente annientato il nemico; che, molto spesso, truppe motivate e ben addestrate avrebbero potuto sopravvivere alla tempesta di fuoco, resistere e ritornare a combattere nonostante le pesanti perdite. Riscontrò che una tattica elastica ed un accurato fuoco di pochi cannoni pesanti potevano avere la meglio sul mare; ma che contro le mitragliatrici ed i cannoni campali sul campo di battaglia non vi era speranza per i massicci attacchi del passato. Invece era necessario giocare a rimpiattino con il nemico per distruggere il suo potenziale di fuoco con astuzia ed abilità, impiegando la sorpresa e migliori strategia e tattica. Poche fra le altre nazioni impararono le lezioni dell'Estremo Oriente, probabilmente trascurando le relazioni dei testimoni oculari perché era un teatro d'operazioni irrilevante.

Sfortunatamente, pochi comandanti militari nel 900 previdero il probabile impatto dell'aumentata potenza di fuoco del fucile, della mitragliatrice e dell'ar-

tiglieria sulla bilancia dei vantaggi fra l'attacco e la difesa, ma anche questi pochi non si accorsero che la scienza e l'industria avevano già messo nelle loro mani armi di tanta potenza che, se ben combinate, avrebbero permesso loro di impedire una guerra di logoramento. La maggioranza la vide come la conferma del loro convincimento che l'azione offensiva era la chiave del successo militare. I generali cercavano ancora di avere la meglio con un violento fuoco iniziale per poi spingere a fondo con un attacco alla baionetta; scarsa attenzione fu prestata alle qualità difensive del piccone e della pala. I sostenitori di questa dottrina furono principalmente i generali francesi Foch, Grandmaison e Langlois: il loro principio fondamentale fu che il morale era l'infallibile risposta alla pallottola. Foch affermò: "Una battaglia perduta è una battaglia che si è pensato di aver perduto, poiché una battaglia non può essere perduta fisicamente. . . Perciò può essere perduta solo moralmente; ma allora è anche moralmente che una battaglia è vinta ed è possibile quindi estendere l'aforisma dicendo che una battaglia vinta è una battaglia nella quale una volontà non si confessa battuta."[1]

Egli credeva che nessun miglioramento delle armi da fuoco era definitivamente legato all'aumento delle forze per l'offensiva, per cui in una battaglia non vi era che un principio da seguire: l'attacco. Quello che non riuscì a vedere fu che per rendere vantaggioso l'attacco bisognava effettuare un ritorno all'essenza dell'offensiva napoleonica che era: è con l'artiglieria che si vince la guerra. Von Schlieffen si accorse di questo e per rendere l'attacco superiore alla difesa aumentò il numero delle artiglierie pesanti tedesche; non vide però che anche questo, in sè stesso, non era sufficiente e che la vera superiorità non poteva essere raggiunta unicamente con il preparare una nuova organizzazione di combattimento intorno al cannone.

La Prima Guerra Mondiale dimostrò lo scarso valore di questi concetti: pur accreditando una grande importanza al morale, questo non fu sufficiente a conseguire la vittoria, come non furono sufficienti le grandi quantità di bocche da fuoco messe in campo da ambedue le parti; fu l'errato sfruttamento delle armi e delle nuove tecnologie disponibili nell'organizzazione dei trasporti, delle comunicazioni che, poche settimane dopo l'inizio della guerra, la tattica del movimento lasciò il posto a quella di posizione.

Sebbene i tedeschi avessero realizzato un'ammirabile preparazione per mobilitare le loro grandi forze e trasportarle alle frontiere con un sistema ferroviario appositamente approntato in tempo di pace per soddisfare queste condizioni, essi sottovalutarono i problemi di rifornire un numero così imponente di uomini, cavalli ed armi quando raggiunsero il massimo della loro marcia all'interno del Belgio e della Francia. Basando i loro piani su di un imponente rifornimento mediante la ferrovia, l'antiquato, ma flessibile sistema di trasporto con carri e cavalli su strada, benché in grado di trasportare considerevoli quantità, fu relegato ad un ruolo secondario, supportato da un esiguo numero di autocarri. Era riconosciuto il potenziale degli autocarri, ma la loro produzione non era ancora stata impostata su di una base di massa, erano relativamente costosi e non del tutto affidabili. La meccanizzazione fu quindi lenta e graduale.

---

[1] Maresc. Foch: "Les Principes de la guerre" – 1918 pp. vv.

Allo scoppio della guerra tre cose erano cambiate dal 1870: i francesi avevano imparato alcune delle lezioni di Sedan e furono in grado di opporre massa a massa; i tedeschi dovettero sostenere una guerra su due fronti e decisero di ricercare una rapida decisione all'ovest prima di rivolgersi ad est contro la lenta mobilitazione russa; e le mitragliatrici erano diventate di uso generale per la fanteria degli eserciti contrapposti; inoltre, in ambedue le parti era disponibile un modesto numero di aeroplani primitivi.

Vi furono significative differenze nelle dottrine tattiche. I tedeschi contarono su attacchi frontali di contenimento e su manovre aggiranti sui fianchi degli avversari per minacciare le loro comunicazioni; in difesa cercarono di occupare il terreno tatticamente migliore sul quale insegnarono alle loro truppe di trincerarsi rapidamente.

I francesi, per contro, tesero ad ignorare la necessità della difesa ed a contare sulla tattica offensiva; considerarono un violento fuoco iniziale, dominato dal loro ottimo cannone campale a tiro rapido da 75 mm., seguito da un attacco frontale nel quale erano convinti che lo spirito combattivo del fante francese avrebbe avuto la prevalenza sul disciplinato automa prussiano. . Nel piccolo esercito regolare britannico fu essenziale l'economia delle forze: il suo orgoglio risiedeva sulla disciplinata abilità di tiro della fanteria e l'accuratezza dell'artiglieria.

All'inizio della guerra le operazioni mobili, previste nei manuali prebellici di tutti i belligeranti, durarono soltanto tre mesi e mezzo all'ovest e un pò più a lungo sui larghi e più aperti fronti dell'est, dove la coppia Hindenburg-Ludendorff sconfisse le armate russe quasi facilmente come avevano fatto i giapponesi un decennio prima in Manciuria.

Ad ovest, dopo il fallimento del piano Schlieffen, malamente attuato da von Moltke junior, il fronte si congelò dalle Alpi alla Manica, costringendo ambedue le parti ad usare piccone e pala. Con il passar del tempo, il risultato delle offensive fu la creazione di salienti e sacche dove ambedue le parti diressero un volume di fuoco incredibilmente intenso trasformandoli in un inferno e creò un nuovo ostacolo ai movimenti della fanteria e dell'artiglieria a causa dei crateri delle esplosioni. Sebbene il cannone fosse il padrone del campo, la sua poca mobilità non gli consentì di sostenere il ruolo di arma decisiva, nè potè sostenerlo la fanteria tanto ostacolata dalla zona dei crateri. Iniziò la guerra di trincea nella quale mine, mitragliatrici e filo spinato – un'invenzione americana del tardo diciannovesimo secolo, originariamente usata per riunire il bestiame nella prateria – si dimostrarono insuperabili alle armi disponibili a quel tempo.

Nuove armi si dimostrarono utili ma non alterarono l'equilibrio tattico: le bombe a mano, i lanciafiamme e i piccoli mortai portatili aiutarono più l'attacco che la difesa, ma la proliferazione delle mitragliatrici pesanti e leggere offrì maggior potenza di fuoco alla difesa. I tedeschi introdussero anche aggressivi chimici di varia letalità: lanciati all'inizio da cilindri dalle trincee degli attaccanti e in seguito con granate d'artiglieria, si confermarono un'arma mortale ma anche rischiosa poiché il suo uso dipese dal vento. I soldati ebbero in dotazione speciali maschere di protezione e i gas non diedero prova di essere decisivi: se usati di sorpresa in grandi quantità in un attacco adeguatamente supportato, potevano senza dubbio provocare un breccia nel fronte, tamponata tuttavia da

riserve una volta cessata la loro azione. I tedeschi perciò limitarono l'impiego di quest'arma.

La fase di stallo non consentì più grandi operazioni basate sulla manovra ma continuò a richiedere un impressionante consumo di materiale umano e di mezzi. Le due parti opposte scelsero differenti vie per tentare di risolvere il "problema delle trincee".

Gli alleati adottarono una soluzione "meccanica", mentre i tedeschi si orientarono verso una soluzione "tattica" anziché tecnica.

La soluzione meccanica degli alleati fu il *carro armato*. Già all'inizio della guerra, il colonnello Swinton ed altri in Inghilterra, esaminando il problema della protezione del soldato, giunsero alla conclusione che, se il moderno soldato non poteva trasportare, oltre al suo voluminoso equipaggiamento, anche una corazza a prova di pallottole, poteva invece essere trasportato, come il marinaio, da un veicolo opportunamente corazzato, reso capace di muoversi su terreni anche accidentati e provvisto quindi di cingoli al posto delle ruote. L'idea non era del tutto nuova. Dopo alcuni esperimenti in Francia ed in Inghilterra con motocicli a tre o quattro ruote che trasportavano una o due mitragliatrici protette da uno scudo d'acciaio, nel 1904, la ditta francese Charron-Girardot e Voigt costruì un autocarro blindato con una torretta girevole dotata di una mitragliatrice; nello stesso anno, Daimler costruì un autocarro similare e due anni dopo, il tedesco Ehrhardt realizzò un altro autocarro blindato armato di un cannone da 50mm., che però ebbe una tiepida accoglienza da parte dello Stato Maggiore Generale. Gli Italiani, nel 1912, impiegarono in Tripolitania, durante la guerra con la Turchia, qualche esemplare di autocarro blindato (chiamato autoblindata o autoblindo) costruito dalla società Bianchi e dotato di una mitragliatrice. Nei primi mesi della guerra del 1914, il "British Naval Air Service" montò mitragliatrici e cannoni da 3 libbre su autocarri blindati Rolls-Royce per proteggere i fanti durante l'invasione tedesca del Belgio, ma il loro impiego fu presto reso impossibile a causa del terreno divenuto impraticabile dalle trincee e dai crateri.

Il primo vero veicolo corazzato da combattimento fu realizzato in Gran Bretagna sotto la particolare ispirazione e guida di Winston Churchill, Primo Lord dell'Ammiragliato, e costruito da varie industrie collegate, fra le quali furono suddivisi i lavori affinché tutto rimanesse il più segreto possibile. Il progetto fu il prodotto di un gruppo di tecnici fra i quali emersero l'architetto navale Eustace Tennyson D'Eyncourt e i tecnici motoristici Walter Wilson e William Tutton: lo scafo corazzato fu costruito in un arsenale della Royal Navy, il cassone romboidale era ufficialmente destinato ad essere un serbatoio ("tank" in inglese e per questo i carri vennero così chiamati); la Marina fornì pure i cannoni; il motore fu derivato da quello del trattore d'artiglieria Holt ed i cingoli furono progettati da Wilson. Lento e rozzo, il "tank", ciononostante, si dimostrò, durante le prove, in grado di percorrere terreno accidentato e superare larghe spaccature quali trincee e fossati.

Il tank "Mark 1" fu costruito in due versioni: "male" (maschio) e "female" (femmina), che differivano nell'armamento. Il Mark 1 maschio, del peso di 28 tonnellate, era lungo circa 10 metri, largo 4 e alto 2, 5; come armamento aveva due cannoni da 57 mm. Il tipo femmina pesava una tonnellata in meno e come

armamento aveva soltanto cinque mitragliatrice – 7, 62. Ambedue avevano un equipaggio di otto uomini, una velocità massima di 6 Km/h ed un'autonomia di 45 Km.[2] La prima apparizione di questa nuova arma avvenne durante la battaglia della Somme (1916), ma i carri, in numero troppo esiguo (32 unità) e troppo diradati, non raggiunsero i loro obiettivi anche perché una gran parte fu bloccata da guasti meccanici. Il loro primo impiego a massa si ebbe il 20 novembre 1917 a Cambrai; dopo aver schierato i mezzi nel massimo segreto, 1000 pezzi d'artiglieria aprirono il fuoco e 476 tanks andarono all'assalto riuscendo a rompere il fronte tedesco ed a penetrare per 10 Km. nelle linee avversarie. Ma non furono in grado di sfruttare il successo ed i tedeschi, non solo tamponarono la falla, ma ripresero praticamente tutto il terreno perduto.

L'Alto Comando tedesco non ebbe mai fiducia nell'arma corazzata e, nella primavera del 1918, quando fu fatta una dimostrazione sperimentale di carri armati affinché l'O. H. L. (Oberste Heeresleitung: Comando Supremo dell'Esercito) se ne facesse un'idea e decidesse circa l'opportunità o meno della loro costruzione, essi furono considerati più adatti per trasportare munizioni che sotto l'aspetto di potenziali barriere mobili corazzate o di nidi di mitragliatrici, che era quello sotto il quale, per l'appunto, erano stati considerati dagli inglesi e dai francesi.

La soluzione tedesca, come abbiamo detto, fu *tattica*. Prima di tutto venne snellito l'organico della divisione di fanteria che da "quaternaria" (su quattro reggimenti in due brigate) divenne "ternaria" (su tre reggimenti), più manovrabile e flessibile. Poi, nell'ambito della divisione, venne elaborata una nuova dottrina di combattimento basata sull'impiego di piccole unità all'interno della compagnia. Il sistema teneva conto dei principi classici della guerra quali sorpresa, massa, economia delle forze, manovra e sicurezza. Considerando che la caratteristica critica della guerra moderna era la micidialità delle armi automatiche e delle granate ad alto esplosivo dei cannoni a tiro rapido, ed il tremendo vantaggio che queste armi – combinate con le trincee ed i reticolati – davano ai difensori, bisognava eliminare questo vantaggio difensivo. La sorpresa era la chiave della nuova tattica tedesca e questa doveva essere ottenuta effettuando un bombardamento preliminare furioso ma corto, della durata massima di poche ore, ed inoltre grande cura doveva essere dedicata a mantenere segreto il concentramento delle truppe. L'unità tattica doveva essere una squadra della forza da quattordici a diciotto uomini e dotata di un proprio supporto di fuoco: una mitragliatrice leggera o fucile automatico e un mortaio leggero. Queste squadre d'assalto dovevano avanzare su di un ampio fronte, dietro un fuoco di sbarramento, cercando i punti deboli dello schieramento avversario. Tutti i centri di resistenza dovevano essere aggirati e superati. Il principio guida era quello di mantenere il movimento dell'offensiva, spingersi sempre avanti.

Una volta penetrate le unità d'assalto, dovevano essere impegnate le riserve per consolidare la breccia; altre riserve dovevano ripulire le sacche di resistenza sorpassate.

Unità più grandi, a livello reggimentale o divisionale, dovevano ampliare la

[2] B. Benvenuti: "I corazzati" – Mondadori, Milano, 1976 pp. 30 31

penetrazione attaccando internamente od alle spalle dei nuovi fianchi del nemico od in altri punti della breccia. L'artiglieria doveva essere piazzata a distanze irregolari dalle linee del fronte e doveva essere mossa in avanti a ridosso della fanteria per mantenere un costante fuoco di sbarramento. L'aviazione, che ora aveva una significativa influenza sull'andamento della guerra, doveva provvedere ad uno stretto e continuo supporto mitragliando e bombardando le sacche di resistenza e le riserve avversarie in movimento.

In effetti, in questa nuova dottrina non vi furono grandi innovazioni. Tutti i comandanti, fino dal 1914, avevano tentato di applicare i principi della guerra nelle moderne condizioni per ottenere la sorpresa e poi sfruttarla. Ciò che i tedeschi fecero fu di escogitare delle vie sistematiche e pratiche nelle quali questi principi potevano essere meglio applicati nelle nuove circostanze di combattimento e di provvedere a procedure particolari per addestrare e sostenere gli uomini che dovevano metterli in atto.

I nuovi metodi di combattimento vennero usati, per la prima volta, dal generale Oskar von Hutier per attaccare il porto di Riga sul fronte orientale; il risultato fu la rapida conquista dell'obiettivo che aveva resistito ai tedeschi per due anni. Da questa operazione, la "Tattica Hutier" fu il nome dato alla risposta tedesca al problema delle trincee.

L'unico accorgimento tecnico tedesco, tuttavia di importanza marginale, fu l'approntamento del cannone a lunga gittata comunemente conosciuto come il cannone "Parigi" o talvolta erroneamente chiamato la "Grande Berta" (la "Grande Berta" era la denominazione di un potente mortaio-obice d'assedio da 420mm., a gittata relativamente corta, impiegato con successo all'inizio della guerra a Liegi, Namur e Anversa e chiamato così dagli artiglieri in onore della donna che aveva ereditato la guida della famiglia Krupp).

Il cannone "Parigi", che fu usato per la prima volta in combattimento il 23 marzo 1918 montato su di una struttura ferroviaria, aveva un calibro di circa 210 mm. e una canna lunga 35 metri, la più lunga canna d'artiglieria mai usata in battaglia. Per virtù di questa canna e per un cartoccio di polvere lungo 3 metri, il cannone poteva sparare un proietto del peso di 120 Kg., con una velocità iniziale di circa 1500 metri al secondo ad una distanza di circa 130 Km . Fra il marzo e l'agosto 1918, sette di questi cannoni furono piazzati nella foresta di Goblain, a un centinaio di chilometri da Parigi e aprirono il fuoco contro la città lanciando, in questo periodo, trecentotre granate. Le prime volte, l'arrivo delle granate a Parigi, senza nessun aeroplano in vista, causò del panico poiché i cannoni di più lunga gittata conosciuti allora non potevano sparare oltre i 50 Km. Ma gli esperti artiglieri francesi analizzarono rapidamente ed accuratamente i frammenti delle granate ed usando sofisticate tecniche di rilevamento scoprirono presto la posizione del cannone ed impiegarono i loro pezzi più pesanti in un fuoco di controbatteria da posizioni vicine al fronte.

Ma nonostante alcune vittorie locali, che consentirono ai tedeschi di penetrare profondamente nel territorio avversario, l'azione di comando del maresciallo Foch, il valore combattivo dei soldati francesi, britannici e americani (di recente scesi in campo) impedirono all'esercito germanico di raggiungere il suo obiettivo strategico. Nonostante le gravissime perdite inflitte agli alleati, anche i tedeschi avevano sofferto pesantemente: infatti avevano perduto la maggior parte

delle loro truppe d'assalto particolarmente selezionate e addestrate, abbattendo così il morale dei sopravvissuti e rendendo più facile la vittoria agli alleati.

Lo Stato Maggiore Generale e l'intero esercito tedesco non vennero mai meno alla loro superiorità dottrinale, professionale ed organizzativa; ma questa superiorità venne sopraffatta dall'enorme divario di mezzi bellici a favore degli alleati. Molti storici hanno confrontato il potenziale militare dei belligeranti in chiave di numero di combattenti, divisioni, battaglioni, artiglierie, come era stato fatto, abbastanza logicamente, nel passato quando era sufficiente conoscere il numero degli uomini che componevano gli eserciti ed avere qualche idea delle armi in dotazione. Ma dalla Prima Guerra Mondiale in poi, lo sviluppo della tecnologia e della produzione industriale, unitamente alla diversa disponibilità di risorse delle nazioni in guerra, ha modificato i parametri delle forze attribuendo un'importanza sempre crescente ai mezzi di combattimento. Non fu perciò sufficientemente significativo paragonare il numero delle divisioni contrapposte quando le formazioni di queste furono sensibilmente diverse da paese a paese e di anno in anno. Nel 1918, per esempio, le divisioni francesi erano forti di 12-13000 uomini, mentre quelle tedesche, di effettivi quasi uguali, in autunno si ridussero a 7-8000; le inglesi disponevano di 16000 uomini, le americane di 28000, le italiane di 16000, le austriache di 12-16000, le turche di 3-4000. Anche il raffronto fra i battaglioni era inesatto: benché gli effettivi non differissero notevolmente, ben diversa era la loro potenza di fuoco: il battaglione francese, ad esempio, disponeva di 44 mitragliatrici, il tedesco di 36, l'austriaco di 24 e l'italiano di 14.

Infine, è opinabile anche il numero dei cannoni posseduti dai vari belligeranti; dire che un esercito aveva un quantitativo di artiglierie maggiore di un altro non significava che il primo avesse una superiorità di fuoco. Fra un cannone antiquato, a tiro lento, trainato da buoi, con scarsa gittata, con proietti a piccola carica d'esplosivo ed uno moderno a tiro rapido, con proietti ad esplosivi moderni, con veloci mezzi di trasporto, la differenza era sostanziale ed evidente.

Nella Prima Guerra Mondiale l'importanza del materiale, e quindi delle artiglierie, crebbe in maniera enorme; i progressi nella costruzione delle armi furono rapidi e decisivi e si avrebbe dovuto tener conto del peso di acciaio e di esplosivo in un'unità di tempo.[3]

Un altro settore nel quale, specialmente nell'ultimo anno di guerra, gli alleati prevalsero, fu la *logistica*. Le migliori armi, i migliori combattenti a nulla sarebbero valsi senza rifornimenti. L'industria e la tecnologia misero a disposizione mezzi per nuovi e migliorati sistemi logistici che non solo fornirono le munizioni, ma distribuirono anche a milioni di combattenti vettovaglie, vestiario ed un'ampia gamma di altri materiali e servizi. La ferrovia fu primariamente responsabile per rendere possibile mantenere il contatto con grandi eserciti per un lungo periodo di tempo. Ma anche il motore a combustione interna contribuì allo sfruttamento della micidialità delle armi.

Senza gli autocarri, i capilinea delle ferrovie sarebbero diventati dei colli di bottiglia perché i carri a cavalli, con le loro grandi necessità di foraggio, avreb-

3 M. Caracciolo: "Le cifre e la storia" in "Rivista di Artiglieria e Genio"dic. 1938

bero limitato l'avanzamento dei rifornimenti. Gli autocarri poterono portare i materiali ai punti di distribuzione nelle zone d'operazioni dai quali poi i trasporti a cavalli potevano percorrere gli ultimi tratti. Gli autocarri, sebbene in numero insufficiente, dimostrarono la loro validità nel rifornire le armate tedesche di munizioni nella loro penetrazione in Francia nel 1914, ma rivelarono il loro potenziale quando i francesi li usarono in gran numero per approvvigionare Verdun in assenza di una ferrovia. Nel settembre 1918, i francesi usarono autocarri di notte per trasportare più di 300.000 soldati statunitensi per cinquanta miglia in sei giorni. Riconoscendo il loro valore, i francesi aumentarono il numero di questi veicoli dai 19.000 nel 1914 agli 88.000 nel 1918. Chiaramente essi avevano dimostrato la loro validità logistica durante la guerra ed avevano fornito un prezioso supplemento alle ferrovie nel rispondere alle enormi richieste di rifornimenti di giganteschi eserciti immobilizzati e offerto il potenziale per i movimenti strategici delle truppe.

Per concludere quanto sopra illustrato, si può affermare che la vittoria alleata fu il risultato dell'esaurimento delle Potenze centrali piuttosto che una chiara sconfitta tattica sofferta dai loro eserciti sul campo.

Tecnologia ed arte militare navale.

Il ciclo evolutivo della nave da guerra dal vascello a vela alla corazzata si concluse nei primi anni del 1900 con l'apparizione di un nuovo tipo di nave da battaglia che sarebbe stata la dominatrice dei mari fino alla Seconda Guerra Mondiale.

La strada fu indicata dal colonnello del Genio Navale italiano Vittorio Cuniberti, con il suo articolo: "An ideal Battleship for the British Navy", apparso nell'anno 1903 sulla più autorevole pubblicazione navale di quel tempo, il "Jane's Fighting Ships", nel quale sosteneva che, rompendo la tradizione dei campionari di calibri esistenti sulle navi da battaglia dell'epoca, la "nave da battaglia ideale" avrebbe dovuto essere armata con il massimo numero di cannoni uguali di grosso calibro permessi dal tonnellaggio per il combattimento con le navi similari e con un certo numero di cannoni di piccolo calibro per la difesa contro le siluranti. Per poter raggiungere una velocità relativamente elevata senza gravi sacrifici nella difesa passiva, il tonnellaggio di questa nave doveva essere superiore a quello delle grandi navi esistenti.

La conferma della validità di questo tipo di nave venne nel 1905, durante la guerra russo-giapponese, a Tsushima, dove ebbe luogo l'unico combattimento navale della storia in cui le corazzate svolsero un ruolo decisivo. In questa battaglia, dove l'ammiraglio giapponese Togo sconfisse la flotta russa dell'ammiraglio Rozestvenskij, i pezzi di grosso calibro con proietti da 305 mm. mostrarono la loro potenza distruttrice. Il culto dei grossi calibri trovava la sua giustificazione nei fatti; inoltre, dal momento che l'artiglieria dimostrava la sua efficacia su di una gittata, stupefacente per il tempo, di circa 8000 metri, divenne evidente l'evoluzione dell'immediato futuro: i grossi calibri per sparare salve, velocità adeguata, corazzatura robusta.

L'idea di Cuniberti fu raccolta dall'ammiraglio inglese Jackie Fisher, Primo

Lord del Mare, che fece progettare e costruire nel tempo record di quattordici mesi la "Dreadnought" (Nulla teme) che venne varata nel dicembre 1906. La nave, con un dislocamento di 17.900 tonnellate, era la prima spinta da turbine a vapore (fino ad allora impiegate soltanto sul naviglio sottile) ed era armata con 10 cannoni da 12 pollici (305 mm.), ventisette da 3 pollici (76 mm.) e cinque tubi lanciasiluri.[4]

Un altro elemento che concorse a rendere ancora più potente la nuova corazzata fu la tecnologia e la tecnica navale usate per la direzione centralizzata delle salve dei grossi calibri. Sviluppato principalmente dal capitano inglese Percy Scott e dal capitano americano William Sims, questo sistema di controllo del fuoco, combinato con apparecchiature di rilevamento della distanza (erano apparsi enormi goniometri spesso lunghi più di sei metri), calcolatori meccanici per eseguire i necessari calcoli concernenti il rilevamento e comunicazioni telegrafiche, fu unito a più precise calibrazioni dei cannoni e delle munizioni; questo metodo dimostrò la sua superiorità sui precedenti sistemi e controlli dei puntatori indipendenti. Esperimenti della Royal Navy registrarono la differenza dei colpi messi a segno: il 42, 86% con il vecchio metodo ed il 71, 12% con il nuovo.

La "Dreadnought", che diede il suo nome ad un'intera generazione di navi da battaglia, rese obsolete tutte quelle esistenti a quell'epoca. La flotta britannica mantenne il primato sul mare, ma quella che più di ogni altra sfidò la sua egemonia fu la Marina imperiale germanica, il cui creatore fu l'ammiraglio Alfred von Tirpitz. La Marina doveva diventare lo strumento principale per l'espansione tedesca su scala mondiale e l'Inghilterra era il nemico che costituiva l'ostacolo maggiore alla grandezza della Germania. Nel 1898 era stata approvata la Legge navale (Flottengesetz) che era un'aperta sfida alla Gran Bretagna e che aveva portato a stazionare nel Mare del Nord una potente flotta di navi da battaglia con una netta caratteristica antibritannica.

In questo periodo apparve anche il Clausewitz della guerra navale nella persona di Alfred Tayer Mahan, ufficiale della Marina degli Stati Uniti, che si rese famoso in tutto il mondo per le sue lucide e logiche analisi dei fondamenti del potere navale e per le sue teorie che correlavano la forza navale con la più vasta struttura della politica e strategia nazionale e internazionale.

Accanto alla "Dreadnought", anche gli *incrociatori* subirono un'importante evoluzione assumendo un ruolo ben determinato. Come la nuova corazzata, la loro potenza di fuoco fu concentrata su cannoni di maggior calibro e venne impiegato l'acciaio (più leggero del ferro) per la corazzatura orizzontale e verticale; l'alleggerimento dello scafo fu consentito anche dall'adozione del motore a turbina (prima a vapore poi a nafta) che permise anche maggiori velocità fino ed oltre i 25 nodi. Gli incrociatori si suddivisero in "leggeri" o "esploratori" e "da battaglia" con artiglierie che variarono dai 102 ai 280 mm. Gli incrociatori leggeri furono destinati, oltre che all'esplorazione, anche alla guerra contro il naviglio mercantile; quelli da battaglia, oltre alla possibilità di compiere azioni isola-

[4] "The Encyclopedia of Sea Warfare" – Hamlyn Publishing Group Ltd., Feltham, Middlesex, England, 1975 pp. 32-33

te, fecero parte della flotta accanto alle corazzate ma, data la maggiore velocità, capaci di manovre più rapide. Anche per queste navi si ingaggiò una gara fra Gran Bretagna e Germania ma, mentre gli inglesi diedero la preferenza ai grossi calibri, sacrificando di conseguenza la corazzatura, i tedeschi rinunciarono all'armamento pesante dando la priorità alla ricerca di una maggiore protezione ma, nel contempo, preoccupandosi di migliorare la qualità dei loro proietti. Infatti, quelli di questi ultimi furono dotati di una spoletta ad azione ritardata, più efficiente di quella inglese e di una carica esplosiva meno sensibile cosicchè, al momento dell'impatto, penetravano prima di esplodere, mentre quelle degli inglesi tendevano ad esplodere prima di conficcarsi.

Durante la Prima Guerra Mondiale, gli incrociatori da battaglia di ambedue le parti rivestirono un ruolo di protagonisti nella battaglia dello Jutland, il 31 maggio 1916.

Precedentemente, fra il 1914 ed il 1915, incrociatori leggeri e da battaglia inglesi e tedeschi si erano scontrati in due delle più sanguinose battaglie navali della guerra.

Il 1° novembre 1914, la squadra dell'ammiraglio Maximilian von Spee, che operava contro il naviglio mercantile nell'Atlantico meridionale, distrusse a Coronel la squadra dell'ammiraglio Cristopher Craddock, inviata ad inseguirlo dall'Ammiragliato britannico. Trentasei giorni dopo, l'ammiraglio Doveton Sturdee, con la sua squadra di incrociatori, si prese la rivincita distruggendo gli incrociatori di von Spee alle Falkland.

Per concludere l'argomento incrociatori, ricordiamo che un certo numero di navi mercantili, armate con cannoni da 120 e da 152 mm. , e denominate "incrociatori ausiliari", pur non essendo in grado di partecipare a combattimenti contro navi da guerra, si rivelarono utilissime nel costituire il "Blocco del Nord", una linea di pattugliamento stabilita per impedire che le merci di contrabbando provenienti da paesi neutrali, giungessero in Germania.

All'inizio del secolo entrarono a far parte del naviglio sottile da guerra delle imbarcazioni propulse da motori a scoppio o motoscafi che, in un primo tempo, erano adibiti a veloci comunicazioni. Le torpediniere erano state gradualmente sostituite dai cacciatorpediniere che conglobavano sia le caratteristiche offensive per l'impiego silurante d'altura contro le unità maggiori, sia quelle specifiche per il contrasto all'azione delle torpediniere. Si ritenne che veloci motoscafi di ridotte dimensioni e quindi più economici, capaci di portare uno o più siluri, potevano essere destinati all'attacco di unità maggiori a breve distanza o adibiti, con armi adeguate, alla difesa antisommergibile ed al pattugliamento lungo la coste in bacini ristretti. I primi tentativi di motoscafi siluranti si ebbero in Inghilterra nel 1905; questi, costruiti dai cantieri Yarrow e Thornycroft, rimasero senza seguito per la scarsa sicurezza di funzionamento dei motori a scoppio imbarcati e per i gravi problemi di stabilità connessi al trasporto ed al lancio dei pesanti siluri da scafi di così piccole dimensioni; questi battelli si dimostrarono comunque utili per la stesura di cortine fumogene, per la posa di mine e per il salvataggio di piloti costretti ad ammarare.

Nel corso della Prima Guerra Mondiale, le Marine che maggiormente svilupparono l'impiego bellico del motoscafo furono l'italiana, la tedesca e l'inglese. In particolare l'italiana, dopo aver effettuato i primi esperimenti con le "Moto-

barche Armate Siluranti" che non dettero buoni risultati, realizzò un certo numero di "Motoscafi Armati Siluranti" (MAS), con carena idroplana, in due versioni: la prima di 16 metri di lunghezza, di 11,4 tonnellate, armata con un cannone da 47/40 mm., due mitragliatrici da 6,5 mm., quattro o sei torpedini da getto e una da rimorchio, per l'impiego antisommergibile; la seconda, più veloce, di 12, 3 tonnellate, armata con due siluri da 356 mm. (sostituiti poi con quelli da 450 mm.), due o tre mitragliatrici, per l'impiego silurante. Ambedue i tipi, agli ordini di comandanti ardimentosi quali ad esempio Costanzo Ciano e Luigi Rizzo, compirono epiche imprese: il 10 dicembre 1917, due MAS entrarono nel porto di Trieste ed affondarono la corazzata austriaca "Wien"; il 10 giugno 1918, altri due MAS affondarono la corazzata "Szent Istvan"; infine, i MAS, il 1° novembre 1918 , trasportarono Rossetti e Paolucci nel porto di Pola: i due ufficiali, con la loro "mignatta" (precorritrice dei futuri mezzi d'assalto), colarono a picco la corazzata "Viribus Unitis". Alla fine del conflitto, nel novembre 1918, erano entrati in servizio nella Marina italiana ben 244 MAS .

Dopo l'apparizione dell'"Aigrette" del francese Labeuf, la Francia dedicò l'attenzione all'approntamento di una flotta sottomarina, ma la Gran bretagna, secondo la sua politica di avere la più grande marina, si dotò del maggior numero di sommergibili, seguita dalla Francia.

Dopo aver subìto diversi perfezionamenti, nel 1914 un *sommergibile* dislocava parecchie centinaia di tonnellate e trasportava intorno ad un dozzina di siluri, quattro dei quali potevano essere lanciati simultaneamente; inoltre, era dotato di un cannone di tre o quattro pollici. Un motore diesel gli consentiva di navigare in superficie a circa 12 nodi e le batterie, ricaricate in superficie da un motore diesel, lo facevano muovere in immersione ad oltre 9 nodi per un breve periodo. Un sommergibile poteva immergersi fino a 60-70 metri, ma per combattere doveva portarsi a pochi metri dal livello dell'acqua per usare il periscopio, o addirittura emergere – per provvedere al puntamento dei siluri.

La tattica dei sommergibili era di individuare i loro bersagli in superficie e poi di immergersi per procedere all'attacco; ma questa tattica aveva delle limitazioni: sebbene non localizzabili una volta immersi, i loro siluri erano visibili dalla nave attaccata che poteva rapidamente modificare la sua rotta; inoltre, i sommergibili sorpresi a navigare in superficie – per poter sviluppare maggiore velocità al fine di spostarsi da una posizione all'altra e per ricaricare le batterie – potevano essere sottoposti al fuoco dei cannoni o speronati. Queste limitazioni spinsero molte autorità navali a ritenere che il sommergibile fosse relativamente inefficiente.

Fin dall'inizio della guerra, la Royal Navy aveva costituito un blocco navale lungo le coste della Germania, isolandola dalle fonti di viveri e di materie prime d'oltremare; nel 1915, con l'entrata in guerra dell'Italia, gli imperi centrali furon stretti d'assedio su tutte le loro frontiere. Nonostante gli straordinari ed effettivi sforzi del governo tedesco per organizzare efficientemente i rifornimenti ed usare prodotti sostitutivi, il blocco incominciò presto a far sentire la sua influenza negativa sia sull'organizzazione dell'attività bellica, sia sul fronte interno.

Contro il blocco la Germania impiegò la nuova arma: il sommergibile. In un primo tempo la campagna sottomarina provocò più effetti morali che materiali: costrinse la "Grand Fleet" a rintanarsi nei porti ed a non avventurarsi nel Mare

del Nord, lasciando ai cacciatorpediniere ed alle torpediniere il compito di dar loro la caccia, mentre il tentativo di effettuare un controblocco alle isole britanniche era fallito per la scarsità di battelli, la disponibilità dei quali, nel febbraio 1915, era di sole venti unità.

Quest'arma venne ovviamente usata anche contro il naviglio mercantile ma, mentre i sommergibili potevano attaccare le navi da guerra senza preavviso secondo le leggi internazionali, le navi mercantili dovevano essere avvertite prima di essere affondate per consentire all'equipaggio ed ai passeggeri di mettersi in salvo. In questo modo veniva a mancare la sorpresa, principale vantaggio di questi battelli e molto spesso le navi mercantili potevano battere in velocità i più lenti U-boote (unterseeboote) e fuggire.

Spesso, ma non sempre, i comandanti tedeschi diedero il preavviso dell'affondamento ed aiutarono gli equipaggi a mettersi in salvo, non solo per ragioni umanitarie, ma anche per prolungare il loro viaggio conservando i pochi siluri che trasportavano; era più economico emergere, abbordare la nave e farla affondare mediante allagamento o attaccarla con il cannone che disponeva di un buon quantitativo di munizioni, e non molto rischioso se, come era di solito il caso, la loro preda era sola e disarmata.

L'affondamento senza preavviso, del maggio 1915, del transatlantico "Lusitania", nel quale persero la vita 1198 persone, delle quali 128 americane, suscitò una violenta reazione nei paesi neutrali ed un'energica protesta del governo americano; comunque, secondo una commissione d'inchiesta, sul transatlantico si trovavano, oltre ai passeggeri, anche 5000 cassette di munizioni. I tedeschi, nel timore dell'entrata in guerra degli Stati Uniti, il 30 agosto 1915, annunciarono che gli U-boote non avrebbero più affondato navi mercantili senza preavviso.

Ciononostante, la campagna sottomarina si dimostrò notevolmente efficace: basti pensare che, nel settembre 1916, in una zona pattugliata da 97 cacciatorpediniere e 68 unità ausiliarie, in una sola settimana, 30 navi vennero affondate da due o al massimo tre sommergibili; complessivamente, dall'agosto 1916 al febbraio 1917, gli affondamenti ammontarono a 1. 763.000 tonnellate, contro le 368.000 dell'agosto 1914-febbraio 1915 e le 784.000 dell'agosto 1915-febbraio 1916. Questo anche grazie alla progredita tecnica costruttiva di nuovi battelli scesi in mare che dislocavano 900-1200 tonnellate circa, con una velocità di 18-20 nodi in superficie e 12 in immersione, e con un raggio d'azione in superficie di 2000 miglia.

L'azione dei sommergibili tedeschi fu favorita anche da due ultimi ritrovati (che entrarono in uso anche nelle altre marine): il doppio periscopio e la bussola giroscopica. Nei primi battelli era stato sistemato un solo periscopio di diametro rilevante per evitare che, durante il moto a quota periscopica, la pressione dell'acqua sulla parte immersa del periscopio stesso lo deformasse; ma in tal modo si produceva una scia ondosa biancastra visibile a notevole distanza. Si pensò allora di sistemarne un secondo, molto sottile, da usare nelle immediate vicinanze del bersaglio: il primo si chiamò "periscopio da esplorazione", il secondo "periscopio d'attacco". La"bussola giroscopica", inventata proprio in quegli anni, risolse il problema della navigazione subacquea quando non poteva funzionare la bussola magnetica racchiusa in un completo schermo d'acciaio; prima dell'applicazione della nuova bussola si ricorreva al ripiego di ri-

flettere nel posto di comando subacqueo l'immagine della bussola magnetica, fornita di un sistema di lenti e di prismi, sistemata sulla torretta per il governo dell'unità in superficie, la cosiddetta "bussola a riflessione".[5]

Quando il nuovo Capo di Stato Maggiore della Marina, ammiraglio Henning von Holtzendorf si adoperò per persuadere il Kaiser, agli inizi del 1917, che la sola risposta al completo blocco alleato era quella di ridurre allo stremo la Gran Bretagna per fame, basò le sue argomentazioni su di uno studio statistico che, come tutte le ricerche di questo tipo, era soggetto ad imponderabili e ad incognite. La proposta base che affondando 600.000 tonnellate di naviglio alleato al mese e dissuadendo il quaranta per cento di navi neutrali di entrare nei porti britannici avrebbe messo in ginocchio la Gran Bretagna in cinque mesi era più discutibile dell'affermazione che una flotta di U-boote, aumentata a 105 unità come risultato di un incremento mensile di otto o nove battelli contro una perdita di due o tre, avrebbe raggiunto questo risultato. I tedeschi ottennero quest'ultimo, e in qualche occasione lo superarono. Il rischio sottovalutato fu quello politico, come conseguenza di una indiscriminata campagna di affondamenti, senza riguardo al preavviso o alla nazionalità – un quasi totale disconoscimento delle procedure stabilite in passato. Il 31 gennaio 1917, il governo germanico rese noto che dal giorno successivo tutte le navi che si fossero trovate nelle acque attorno alla Gran Bretagna ed al largo delle coste degli altri alleati occidentali sarebbero state affondate senza preavviso e senza riguardo alla nazionalità. La decisione – affermarono i tedeschi – era stata causata dalle contromisure inglesi di armare con cannoni le navi mercantili e di camuffare delle navi-esca, note con il nome di "navi Q", munite di tubi lanciasiluri, bombe di profondità e cannoni nascosti dietro paratie mobili e "travestite" da navi mercantili.

Fino a quando le navi alleate navigarono isolate come in tempo di pace, la caccia, per i comandanti tedeschi fu relativamente facile e questi non ebbero bisogno di coordinare i loro attacchi l'uno con l'altro. Gli affondamenti aumentarono drammaticamente: dal febbraio all'agosto 1917 raggiunsero le 3.783.000 tonnellate. A tutto il 1917, dall'inizio della guerra, le perdite alleate causate dai sommergibili furono di dieci milioni di tonnellate, mentre le nuove costruzioni furono di otto milioni.

Per un certo periodo di tempo gli inglesi temettero di dover essere costretti alla resa per fame, ma durante l'estate un nuovo sistema di convogli funzionò efficacemente con grossi gruppi di navi mercantili scortati attraverso l'Atlantico da navi da guerra che disponevano di un nuovo mezzo di individuazione: l'"idrofono", realizzato verso la fine della guerra, strumento acustico in grado di captare i rumori che il sommergibile produceva o meglio, le vibrazioni sonore ed ultrasonore che lo scafo immerso trasmetteva all'acqua. L'apparecchiatura era basata sull'istinto di orientamento di cui è dotato l'uomo con l'audizione biauricolare la quale permette di rivolgere il viso nella direzione dalla quale proviene il suono perché quando tutti e due gli orecchi sono rivolti in tale direzione, la percezione del suono è più intensa; questa sensibilità è data dalla di-

[5] W. Ghetti: "Storia Mondiale del sommergibile"-De Vecchi, Milano, 1975 p. 91

stanza degli orecchi l'uno dall'altro: aumentando con un dispositivo tale distanza, si aumenta la sensibilità. Il dispositivo fu creato disponendo una lamina vibrante all'estremità di un tubo ricevente. Nacque così il primo idrofono costituito da un tubo a V il quale faceva capo a due grandi microfoni (lamiere vibranti) posti esternamente allo scafo e in posizione conveniente; dalla base del tubo a V partiva un altro tubo che si biforcava e andava ai padiglioni auricolari dell'operatore. I rumori che provenivano da sott'acqua – prodotti da eliche o macchinari in moto – venivano captati dai microfoni con diversa intensità la quale diveniva uguale e massima quando la congiungente dei due microfoni era perpendicolare alla direzione di provenienza del suono. Due cacciasommergibili, posti a conveniente distanza, avevano modo di individuare due direzioni e di comunicarsele a vicenda: il punto di incontro delle due direzioni rappresentava il luogo in cui si trovava il sommergibile. Dopo la guerra – come vedremo – l'idrofono, più tardi chiamato ASDIC (da Allied Submarine Detection Investigation Committee: Comitato alleato per lo studio dei rivelatori subacquei) venne notevolmente perfezionato.

Le perdite alleate, dopo l'adozione del sistema dei convogli, scesero dalle 516.000 tonnellate dell'aprile 1917 alle 200 000 del settembre. La minaccia dei sommergibili, se non proprio annullata, era stata meno arginata.

I comandanti tedeschi si accorsero che era più difficile trovare uno dei pochi convogli piuttosto che intercettare un gran numero di navi isolate; le possibilità di siluramento divennero un'eccezione piuttosto che la regola, senza contare i gravi rischi nell'attaccare i convogli scortati da navi da guerra. La Marina tedesca usò la radio per guidare i sommergibili, individuali o accoppiati, contro le loro possibili prede, ma i messaggi vennero intercettati dall'Ammiragliato britannico che organizzò a loro la dovuta accoglienza una volta giunti nella vicinanza delle navi. Il più grosso attacco concentrato di sommergibili, avvenuto il 9 maggio 1918, terminò con un disastro: l'intercettazione e la localizzazione incrociata dei messaggi dell'U-103 a quattro altri sommergibili per dirigerli verso un convoglio si conclusero con un'imboscata: l'U-103 fu speronato e affondato, l'U-72 fu attaccato in superficie dal sommergibile britannico D-4 e silurato.

Nei primi mesi del 1918 il numero dei sommergibili tedeschi diminuì in modo proporzionale alle perdite da essi arrecate al nemico, finché, in maggio, ben 14 andarono perduti sui 125 che in quel momento erano in attività; inoltre, l'efficienza di quelli ancora attivi diminuì in modo più che proporzionale rispetto al numero. Complessivamente, nel corso della guerra, i tedeschi perdettero 193 sommergibili. Nell'ultima fase della guerra, gli U-boote furono cacciati dall'Oceano Atlantico da un gigantesco sbarramento di mine deposte nel tratto di mare largo 180 miglia che separa la Norvegia dalle isole Orcadi; tale sbarramento consistette in non meno di 70.000 mine e fu una delle più efficaci contromisure volte a neutralizzare le principali operazioni subacquee contro le rotte di rifornimento transatlantiche.

Il tentativo di prendere per fame gli alleati fallì perché i calcoli originali dei tedeschi non furono esatti. Le misure difensive si dimostrarono relativamente efficaci e la capacità di produzione dei cantieri alleati fu sufficiente per rimpiazzare le perdite; ma fornirono tuttavia una confusa immagine a coloro che avrebbero dovuto riconoscere l'immenso potenziale degli attacchi subacquei. Il no-

vanta per cento del naviglio alleato era stato affondato in questo modo. Lo studio delle contromisure non fu effettuato con la dovuta accuratezza.

Tecnologia ed arte militare aerea.

Sebbene agli inizi del 1900 non si potesse parlare ancora di arte militare aerea, che sarebbe nata durante la Prima Guerra Mondiale e sviluppata subito dopo, tutte le nazioni, in maggiore o minore misura, si dotarono di mezzi idonei a librarsi ed a muoversi nell'aria. Non è nostro compito fare la storia dell'aviazione in generale, ci limiteremo quindi ai suoi impieghi militari. Abbiamo già accennato agli aerostati del secolo XIX, il cui uso militare continuò ad opera dei britannici che, nella guerra anglo-boera, come nelle campagne precedenti, li impiegarono per l'osservazione delle forze nemiche. Ormai tutti gli eserciti erano dotati di reparti di aerostieri.

Tuttavia l'aerostato fu rapidamente surclassato, come abbiamo visto, dal *dirigibile*, al quale fu affidata, nel decennio prima del 1914, una funzione maggiore poiché tutti gli eserciti e le marine avevano riconosciuto la sua validità per la ricognizione: la possibilità dei dirigibili di rimanere e muoversi in aria per parecchi giorni li aveva resi idonei per questo compito. I tedeschi in particolare, con gli Zeppelin, svilupparono questa specialità. Ma la loro utilità fu limitata durante la guerra: i dirigibili erano vulnerabili al fuoco da terra e talvolta incapaci di mantenere la loro rotta di fronte a forti venti contrari. I tedeschi li usarono all'inizio della guerra: nella notte dal 5 al 6 agosto 1914, uno Zeppelin fu impiegato per la prima volta per il bombardamento del forte di Liegi; seguirono, sul fronte occidentale, altri lanci di bombe sopra le località di Manon-Viller, Anversa, Ostenda e Calais, e su quello orientale sopra gli abitati di Mlava e Lodz; nella notte dal 20 al 21 marzo 1915, Parigi subiva il primo attacco ad opera di due Zeppelin. I tedeschi usarono i dirigibili anche per bombardare diverse città britanniche, Londra compresa; queste incursioni non provocarono gravi danni materiali perché le aeronavi, volando di notte per maggiore sicurezza, spesso non individuavano le città e si liberavano del loro carico in aperta campagna; ottennero comunque grandi effetti morali in quanto dimostrarono agli inglesi che la loro posizione insulare non era più in grado di difenderli da interventi diretti sul loro territorio. Oltre agli effetti morali, queste azioni, portate ben addentro nel paese, assunsero anche un indiscusso valore strategico in quanto gli inglesi si videro costretti a schierare unità di difesa su gran parte del territorio, sottraendo personale e mezzi dal fronte terrestre: secondo un calcolo prudenziale, ben 500.000 uomini con numerose artiglierie e fotoelettriche, molti aeroplani e una grande quantità di munizioni. Le incursioni degli Zeppelin divennero più difficili e meno redditizie quando, nel 1916, gli aeroplani che difendevano l'Inghilterra furono dotati di nuove munizioni: le pallottole esplosive ed incendiarie alternate nei serbatoi di alimentazione. Le pallottole esplosive erano in grado di praticare degli squarci nei palloni pieni di idrogeno degli Zeppelin e quelle incendiarie potevano dar fuoco al gas uscito dagli squarci. Da allora, nei cieli inglesi apparvero molti falò.

Sebbene la Germania li avesse impiegati in maggiori quantità e intensità, tut-

ti i maggiori belligeranti impiegarono i dirigibili che però non fornirono un grande apporto alla guerra terrestre; comunque, il loro impiego, i mezzi per combatterli e specialmente le munizioni, rappresentarono un fatto tecnico notevole. Il dirigibile, durante la guerra, fece vari progressi tecnici, ma l'aeroplano progredì assai più velocemente, raggiungendo e superando l'aeronave in velocità, quota e prestazioni.

È fuori di dubbio che la miglior arma aerea fu l'aeroplano. Agli inizi del secolo, tutti i paesi previdero l'impiego di aeroplani e aeronavi per la ricognizione tattica, marittima e strategica; furono effettuate anche prove di bombardamento in Francia, negli Stati Uniti, in Inghilterra e in Germania. In Italia, il capitano del Genio Navale Guidoni progettò e costruì un idrovolante dal quale, primo nella storia, lanciò un siluro. Per inciso, Guidoni previde e concepì un'originale portaerei leggera con scafo catamarano: in pratica due sottili scafi uniti da un ponte sul quale far decollare ed atterrare gli aerei, ma la sua proposta non fu presa in considerazione dalla Marina Militare italiana.

Lo sviluppo degli aerei militari fu dovuto al deterioramento delle relazioni internazionali che diede agli uomini di stato europei un forte incentivo a considerare seriamente l'aviazione. Dopo la crisi di Agadir, nell'estate 1911, tutte le grandi potenze europee dedicarono parti sostanziali dei loro bilanci agli aeroplani ed alle aeronavi. Nella primavera del 1912 il governo britannico formò il "Royal Flying Corps" e, nel 1914, l'Ammiragliato formò il "Royal Naval Air Service".

Furono comunque gli italiani ad effettuare i primi voli di guerra in Libia durante la guerra con la Turchia (1911-12). Il loro Corpo di Spedizione comprendeva una piccola sezione aerea agli ordini del capitano Carlo Piazza; quest'ultimo, il 23 ottobre 1911, compì un volo di circa un'ora con un Bleriot per osservare le posizioni dei turchi vicino ad Azizia, ad una trentina di chilometri dalla costa. In seguito furono compiuti numerosi voli di ricognizione e, in alcune occasioni, furono lanciate delle piccole bombe.

Gli Stati Maggiori stranieri dettero l'impressione di attribuire una grande importanza a questa guerra, proprio in virtù del nuovo mezzo che vi partecipava ed inviarono in Libia i loro addetti militari. Anche la stampa valutò la nuova affermazione. Il 12 agosto 1912, l'inglese "Times" scrisse: "Nessuno può aver osservato l'opera compiuta dagli aeroplani italiani a Tripoli senza sentirsi profondamente impressionato per il coraggio e l'abilità dei piloti e senza persuadersi del valore pratico dell'aviazione in tempo di guerra. È vero che gli italiani erano in condizioni speciali, ma in ogni caso è già evidente che nessuno ormai può andare in guerra se non ha forze aeree sufficienti. I voli compiuti dal capitano Moizo e dal tenente Gavotti fino al Garian ed a Tarhuna rimarranno indimenticabili. Ma, a nostro giudizio, più notevole fu la frequenza e la regolarità dei voli, e ciò sebbene con inconsueta persistenza e per quasi tutto l'inverno, soffiasse a Tripoli un vento fortissimo. I risultati pratici dei voli degli aeroplani furono inestimabili. Infatti i generali italiani furono informati regolarmente dei movimenti e dell'entità delle forze nemiche. Il terreno fra la costa e la montagna fu esplorato con ogni cura e ne furono fatti degli schizzi. Certe carte e certe fotografie prese dagli aviatori italiani durante i combattimenti bastano a provare la loro meravigliosa abilità". Un altro giornale inglese, il "Central News", forniva queste affermazioni categoriche inviate dal suo corrispondente in campo turco: "Questa

guerra ha mostrato chiaramente come la navigazione aerea fornisca uno spaventoso mezzo di distruzione. Questi nuovi strumenti di guerra sono destinati a rivoluzionare la tattica e la strategia moderne. Quello che io vidi nel deserto di Tripoli mi ha persuaso che bisogna creare una grande flotta aerea inglese."[6]

In Libia fu anche sperimentata un'altra apparecchiatura fornita dalla tecnologia moderna. Dopo che gli inglesi, dal 1900 al 1908, ebbero sperimentato il radiotelegrafo fornito loro da Marconi montandolo su palloni frenati e aeroplani, lo stesso Marconi effettuò nel 1912 in Libia il primo esperimento di ricezione di una trasmissione radio a bordo di un aeroplano. Dato il bassissimo carico utile che gli aerei dell'epoca potevano trasportare e la quasi totale mancanza di un buon isolamento acustico, risultò molto difficile ricevere ed amplificare i segnali radio in maniera tale da renderli intelleggibili al pilota e all'osservatore. Marconi, in seguito, migliorò le condizioni con cuffie imbottite e con la costruzione di apparecchi radio con valvole termoioniche. Dal 1912 in poi, in Russia, Germania, Francia ed Inghilterra, le esperienze di radiocomunicazioni con gli aeroplani si fecero sempre più intense. Sempre nel 1912, dopo la grandi manovre britanniche con la partecipazione di due dirigibili muniti di ricetrasmittenti Marconi, il generale Grierson dichiarò: "L'impressione lasciata in me è che l'uso della radio rivoluzionerà l'arte della guerra."

L'Italia, purtroppo, era un paese troppo povero, con una base tecnica e industriale troppo piccola per mantenere a lungo il primato dell'aviazione in guerra che passò ai tedeschi i quali, allo scoppio del conflitto mondiale, possedevano non solo la miglior flotta di dirigibili del mondo, ma anche il maggior numero di aeroplani militari. Infatti, nel 1914, la Germania scese in campo con 276 aeroplani e 12 dirigibili; le altre nazioni belligeranti ebbero le seguenti disponibilità: la Francia 142 aerei e 5 dirigibili; l'Inghilterra 84 e 5 rispettivamente; l'Austria-Ungheria 150 e 3; la Russia 248 aerei; l'Italia, quando scese in guerra nel 1915, aveva 86 aerei e 4 dirigibili(più due idrovolanti).

La supremazia aerea della Germania, tuttavia, durò relativamente poco. Gli alleati la superarono grazie particolarmente allo sviluppo tecnico della Francia nelle costruzioni aeronautiche ma anche perché gli alleati fabbricarono molti più aeroplanini degli imperi centrali. Complessivamente, per tutta la durata della guerra, in paragone alla produzione tedesca di circa 48.000 aeroplani, i francesi ne costruirono approssimativamente 51.000, gli inglesi circa 52.000 e l'Italia circa 20.000; la Russia e l'Austria-Ungheria molto meno. I francesi costruirono 92.000 motori, molti dei quali furono forniti ai suoi alleati; gli Stati Uniti infine ne produssero circa 15.000. Nel 1918, i paesi belligeranti avevano aeroplani operativi nella misura di circa il 5-6 per cento della loro produzione totale. Gli alleati avevano una preponderanza tale che in Francia i francesi disponevano di 260 squadriglie (9-10 aeroplani) e gli inglesi 100, contro le 200 dei tedeschi.

Il primo impiego degli aeroplani in guerra fu per la ricognizione e l'osservazione dei movimenti di truppe e di artiglierie. Quando i fronti si stabilizzarono, gli aeroplani svolsero compiti tradizionalmente riservati alla cavalleria leggera.

---

[6] R. Gentile: "Storia delle operazioni aeree nella Seconda Guerra Mondiale"-Scuola di Guerra Aerea, Firenze, 1956 pp. 1-2

Oltre all'osservazione visiva si sviluppò anche la ricognizione fotografica, dapprima con macchine fotografiche tenute in mano dagli aviatori e poi con apparecchi costruiti appositamente e collocati in un alloggiamento predisposto nell'aereo. La ricognizione fotografica era, per molti aspetti, più efficace dell'osservazione diretta. Le fotografie aeree fornivano dati oggettivi spesso più attendibili degli appunti e delle impressioni di un osservatore soggetto a sbagliare; fornivano un documento di valore permanente che gli ufficiali del servizio informazioni potevano studiare a loro agio e interpretare alla luce di conoscenze ed esperienze accumulate, offrivano inoltre la possibilità di essere riprodotte in molte copie senza bisogno di disporre di equipaggiamenti complicati e potevano avere perciò un'ampia diffusione. La ricognizione fotografica creò una nuova specializzazione, quella dell'interpretazione delle fotografie; numerosi ufficiali britannici, francesi, tedeschi, e più tardi anche italiani, dedicarono le loro ore di lavoro allo studio di fotografie aeree, osservando e interpretando mutamenti nel tracciato delle trincee, delle linee di comunicazione e dei depositi di rifornimenti del nemico. Aerei con radiotrasmittenti furono usati dai britannici durante la battaglia per trasportare "pattuglie di collegamento" nell'area di combattimento al fine di riferire sui progressi delle truppe avanzate e assicurare così, almeno in teoria, che non andassero perdute le opportunità di sfruttare un successo. Furono fatti tentativi di definire un sistema di segnali mediante il quale le truppe avrebbero potuto mettere al corrente sulle posizioni da esse raggiunte o indicare quegli obiettivi che desideravano fossero battuti dalle artiglierie, ma i risultati non furono entusiasmanti.[7]

Nel settembre 1914, i francesi crearono la prima unità di aeroplani destinati al bombardamento. Presto tutti i belligeranti svilupparono questo tipo di velivolo che bombardò obiettivi come terminali ferroviari oltre la gittata delle artiglierie ed attaccò truppe ed artiglierie con bombe e mitragliatrici. Aeroplani appoggiarono le offensive terrestri attaccando bersagli mancati dall'artiglieria, ma l'imprecisione del bombardamento aereo rese questi sforzi altamente inefficaci; più utile si manifestò il mitragliamento contro truppe in terreno aperto.

I francesi effettuarono anche il primo bombardamento strategico sul bacino minerario di Briey, in Lorena. Catturata dai tedeschi nel 1914, questa regione forniva i minerali che la Germania impiegava per la produzione dell'acciaio. Per due anni i francesi bombardarono i terminali ferroviari dove transitava il minerale. Nel corso della campagna lanciarono 1800 tonnellate di bombe, sei volte più di quante i tedeschi lanciarono sull'Inghilterra. Ma dopo la guerra i francesi scoprirono che il loro sforzo non aveva avuto effetto.

Delle 1300 bombe lanciate su di una stazione ferroviaria, soltanto cento avevano colpito il bersaglio e queste non avevano impedito il trasporto del minerale. I francesi conclusero che essi avrebbero dovuto lanciare 180.000 tonnellate per bloccare il traffico ferroviario del bacino, sempre che avessero bombardato più accuratamente.

Apriamo una parentesi per illustrare un episodio poco conosciuto della guerra aerea, in questo caso sul mare. Nel settembre 1914, gli inglesi varorono

---

[7] R. Collier: "Storia della guerra aerea"-Mondadori, Milano, 1974 pp. 70-71

l'"Ark Royal", ricavata da una nave mercantile di 7000 tonnellate di dislocamento, lunga 110 metri e con una velocità di 10, 5 nodi. Era in grado di trasportare dieci idrovolanti che però potevano decollare soltanto dalla superficie marina sulla quale venivano depositati – e recuperati – per mezzo di una gru. Più che una portaerei, l'"Ark Royal" era una nave appoggio-aerei (come in seguito venne chiamato questo tipo di nave)e fu la prima ad essere realizzata per questo scopo; i suoi aerei svolsero svariati compiti di osservazione e bombardamento durante l'operazione di Gallipoli. Nel giugno 1915, l'"Ark Royal" fu sostituita dalla "Ben-My-Cree", derivata anch'essa da una nave mercantile però di maggiori dimensioni e velocità; era dotata di soli tre idrovolanti, ma molto più potenti e dotati di un dispositivo per il lancio dei siluri. Il 12 agosto 1915, il Flight Commander C. H. K. Edmonds, in missione lungo l'istmo che unisce la penisola di Gallipoli alla terraferma, avvistò una nave turca da 5000 tonnellate: si abbassò fino a 15 metri d'altezza e a 3000 metri di distanza sganciò il suo siluro che colpì in pieno il bastimento il quale però era già stato silurato il giorno prima da un sommergibile britannico e mandato ad incagliarsi su di un banco di sabbia. Cinque giorni dopo, lo stesso pilota attaccò con il siluro un altro piroscafo turco in navigazione che, centrato, si incendiò e venne rimorchiato a Costantinopoli. Queste furono le prime azioni di aerosiluramento della storia dell'aviazione che, a quel tempo, non ebbero seguito data l'insufficiente potenza degli aerei dell'epoca e il peso del siluro, che consentivano il decollo con mare completamente calmo e una scarsa autonomia.

Il più importante teatro d'operazioni fu comunque quello europeo, dove vennero impiegate le tecnologie più avanzate. Nonostante l'imprecisione dei bombardamenti strategici, dal 1915 in poi, sia gli alleati sia i tedeschi, si preoccuparono di costruire aeroplani da bombardamento sempre più grandi: i tedeschi fabbricarono i bimotori "Goliath" serie G, che sostituirono gli Zeppelin scaricando tonnellate di esplosivo su Londra, e i quadrimotori "Zeppelin Staaken", che sganciarono su Londra bombe da 1000 Kg. ; gli inglesi si dotarono del bimotore "Hadley Page"O/400 che dal 1916 venne utilizzato per il bombardamento notturno su obiettivi militari in zone occupate dai tedeschi e dall'agosto 1918 sulla Renania e sulla Saar, cuore dell'industria di guerra germanica; nel 1918 gli inglesi costruirono l'"Handley Page"V/1500, quadrimotore, il più grande aereo della Prima Guerra Mondiale in grado di trasportare due bombe da 1500 Kg. : destinato al bombardamento su Berlino, non riuscì tuttavia ad entrare in azione. Anche gli italiani costruirono bombardieri strategici di ottima qualità: i trimotori Caproni Ca. 2 e Ca. 3; grandi successi ottenne l'ultimo della serie, il Ca. 4, trimotore triplano, in grado di trasportare 1500 Kg. di bombe.

L'aviazione, comunque, rese i più importanti servizi in appoggio alle truppe terrestri, come abbiamo detto, sia per il bombardamento di truppe sia per l'osservazione d'artiglieria; quest'ultima progredì quando i francesi impiegarono il "Sistema Orologio", per il controllo del fuoco, con il quale un disco di celluloide diviso in cerchi concentrici e segmenti aiutava l'osservatore aereo a segnare sulla carta topografica i punti di caduta dei colpi in relazione al bersaglio nel mezzo del cerchio.

Per un certo periodo di tempo, la difesa contro gli aeroplani fu quasi inesistente.

Le perdite delle opposte aviazioni erano molto più frequentemente il risultato di incidenti causati da condizioni meteorologiche, guasti meccanici o errori dei piloti. Il fuoco da terra, di mitragliatrici e cannoni, rivestiva soltanto un ruolo marginale e colpiva molto raramente, nonostante l'introduzione, da parte dei francesi, del fuoco concentrato di diversi pezzi antiaerei controllati da una centrale che tentava di dare agli artiglieri l'altezza e la velocità del bersaglio. Ovviamente, il metodo migliore era quello di far affrontare gli aeroplani da altri aeroplani debitamente armati. I piloti e gli osservatori degli aerei da ricognizione erano armati, all'inizio, con pistole e fucili e, in seguito, con mitragliatrici raffreddate ad aria. Gli aeroplani con motori posteriori a spinta e con l'osservatore armato con una mitragliatrice a prora si dimostrarono i mezzi migliori per il combattimento per l'ampio campo di tiro offerto; ma la scarsa manovrabilità e la lentezza rendevano loro difficile dare la caccia ai velivoli nemici. La soluzione migliore fu quella di mettere a punto un aereo leggero monoposto con motore ad elica a prora, dotato così di maggior velocità e manovrabilità del biposto. Le fabbriche Nieuport francese e Bristol inglese furono le prime a realizzarlo e a montare su di esso mitragliatrici fisse che sparavano dalle ali superiori per essere tenute fuori dal disco dell'elica in moto; il puntamento delle armi si otteneva puntando l'aereo contro il bersaglio. Il frequente inceppamento delle mitragliatrici costringeva tuttavia il pilota a sollevarsi dalla cintola in su dalla carlinga per cercare di sbloccarle, ma poiché doveva preoccuparsi anche di mantenere l'aereo in linea di volo, il tutto era abbastanza complesso e problematico. Il problema fu in parte risolto dalla società francese Morane-Saulnier che, con l'aiuto di un esperto pilota, Roland Garros, piazzò una mitragliatrice sulla carenatura del motore, immediatamente davanti al posto di pilotaggio e applicò alle due pale dell'elica alcuni deflettori di robusto metallo che deviavano i colpi intercettati della mitragliatrice ma riducevano anche la cadenza utile di tiro. Garros, con questo nuovo sistema, abbatté diversi aerei nemici prima di essere costretto da un guasto ad atterrare dietro le linee tedesche. I tecnici ed i piloti germanici esaminarono accuratamente l'apparecchio e giunsero alla conclusione che l'adozione di un efficiente sistema di sincronizzazione arma-elica avrebbe messo in condizioni il velivolo di dare la caccia agli aerei avversari. Questo sistema fu messo a punto dal costruttore Fokker che collocò una mitragliatrice sincronizzata con il motore davanti al posto di pilotaggio: il pilota quindi sparava facendo corpo con l'aeroplano, la direzione di tiro coincideva con la direzione di volo che poteva essere modificata per correggere il tiro. Il nuovo aereo, il "Fokker E1" fu affidato a due assi tedeschi, Boelcke e Immelmann, che abbatterono facilmente parecchi aerei avversari conquistando la supremazia nel cielo fino a quando anche gli alleati adottarono questo sistema. Nacque così l'aereo specializzato, il "caccia" rendendo inevitabile la conseguente lotta per la supremazia aerea sulla terra e sul mare. Così la guerra aerea giunse ad assomigliare alla guerra navale dell'antichità, quando le leggere e manovrabili galee dirigevano la prora contro la nave nemica per speronarla.

Anziché lo sperone, l'aeroplano dirigeva contro l'avversario una raffica di mitragliatrice. Il metodo di combattimento si incentrò nello scontro individuale, modificato quando gli aerei si riunivano in squadriglie: in questo caso si verificava una mischia generale. Gli aerei da bombardamento e da ricognizione, a

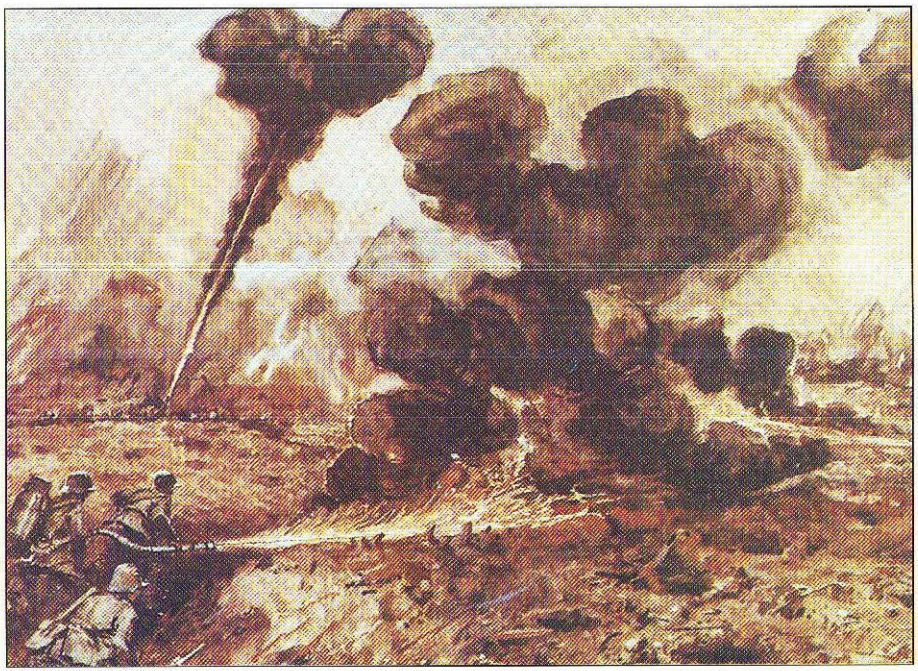
causa delle loro maggiori dimensioni, maggior peso e minore velocità, ebbero qualcosa in comune con le navi mercantili dell'antichità. Benché anch'essi dotati di mitragliatrici, queste non potevano fornire una protezione a trecentosessanta gradi. I caccia usarono le loro maggiori velocità e manovrabilità per attaccare gli aeroplani più lenti da un angolo non protetto, così come una galea speronava la fiancata di una nave mercantile; i bombardieri, con il loro carico di esplosivi, furono, in un certo senso, le navi mercantili armate dei cieli.

Poiché i bombardieri ed i ricognitori svolgevano i compiti fondamentali per i quali era nata l'aviazione militare, i caccia svolsero un ruolo difensivo attaccandoli, ma effettuarono anche azioni offensive scortando gli aeroplani più vulnerabili come le navi da guerra avevano protetto i convogli di navi mercantili. Spesso i caccia avevano un altro vantaggio difensivo combattendo nelle vicinanze dei loro aeroporti; ciò li metteva in grado di entrare in contatto con maggior quantitativo di carburante e quindi di combattere più a lungo prima di dover tornare alla loro base.

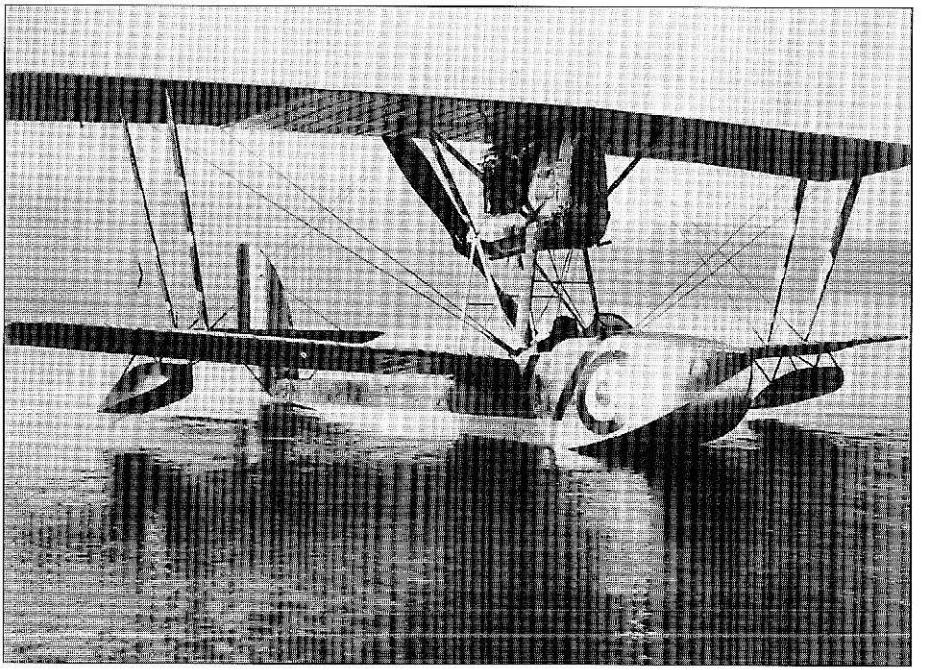
Dal 1914 al 1918, grazie ad un'infinita serie di perfezionamenti nella costruzione delle strutture e dei motori, la velocità, la durata, l'autonomia, la rapidità ascensionale, la quota di tangenza, manovrabilità e l'affidabilità degli aeroplani aumentarono molto celermente. Al momento dell'armistizio, i migliori biplani e triplani avevano una quota, di tangenza di 3-4000 metri, che potevano raggiungere in 12-15 minuti. Le velocità massime non erano lontane dai 200 Km. orari, benché la maggioranza degli scontri venisse compiuta a velocità molto più basse ed il loro risultato venisse determinato dalla manovrabilità piuttosto che dalla sola velocità lineare. Molto spesso la superiorità tecnologica si trovò nelle mani dei tedeschi; tuttavia essi precedettero gli alleati spesso soltanto di settimane e mai più di qualche mese. In queste condizioni, accadde spesso che un aeroplano il quale era stato all'apice del progresso tecnologico nell'anno della sua apparizione, divenisse obsoleto in quello successivo. Ma la perfezione tecnica non fu il solo fattore di superiorità: molto contarono l'abilità e l'audacia dei piloti. Quelli che superarono la prova e abbatterono numeroso avversari divennero delle celebrità, mentre quelli che non ci riuscirono ingrossarono i ranghi degli aviatori caduti nella Prima Guerra Mondiale: 55.000 in tutto.

A parità di condizioni, comunque, la parte con il maggior numero di macchine avrebbe spazzato dal cielo l'altra. E fu precisamente quello che accadde.

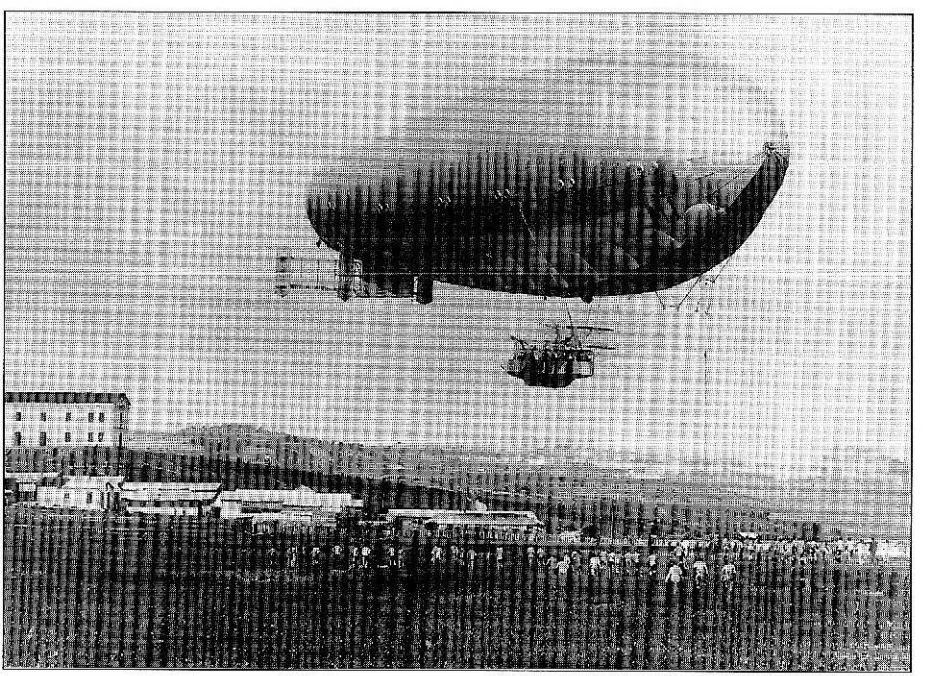
Carri armati francese St. Chamond



Lancia fiamme d'assalto



Idrovolante Nieuport-Macchi M5



Dirigibile italiano M1 modificato

Capitolo III

IL PERIODO FRA LE DUE GUERRE

Tecnologia e arte militare terrestre.

Alla fine del conflitto, nel 1918, erano emersi nuovi aspetti che avrebbero dovuto spingere i responsabili verso nuovi mezzi e nuove tecniche di combattimento.Era divenuto evidente che le battaglie sarebbero state lotte fra stabilimenti industriali oltre che tra eserciti: la produzione delle armi era il fattore decisivo nella battaglia più della leva degli uomini; gli scontri si sarebbero svolti con il carro armato ed il cannone appoggiati dall'aeroplano, più che con il fucile e la baionetta. Durante il conflitto le nuove armi, il carro armato e l'aeroplano, avevano avuto un impiego poco più che sperimentale e ridotto, che aveva attribuito al carro la funzione di cannone corazzato semovente ed all'aereo quella di cannone e di mitragliatrice a lungo raggio. I successivi vent'anni furono testimoni di un acceso dibattito concernente la direzione verso la quale si sarebbe mossa la condotta della guerra. Sebbene le opinioni fossero numerose e frammischiate, si distinsero due campi. Da un lato vi erano quelli che consideravano i veicoli a motore e i carri armati (e gli aeroplani) un utile accessorio alle tattiche esistenti, da essere acquisiti in numero ragionevole ed impiegati opportunamente e congiuntamente con le armi esistenti, primariamente la fanteria e l'artiglieria. In opposizione a loro vi erano i sostenitori della meccanizzazione i quali ritenevano che forze meccanizzate, anche piccole – se propriamente organizzate e addestrate – potevano vincere da sole il futuro conflitto. Questi punti di vista vennero accolti con scarso entusiasmo dai rappresentanti delle armi tradizionali, uomini che, come accadde, occupavano gli alti comandi nella maggior parte dei paesi, ma particolarmente in quelli che avevano recentemente vinto la guerra. Nessuna corrente si dimostrò interamente giusta nella Seconda Guerra Mondiale. Le forze meccanizzate certamente ottennero alcune spettacolari vittorie durante i primi anni, ed in seguito continuarono a svolgere un ruolo chiave. Tuttavia, da sole, furono incapaci di decidere il conflitto.

Sebbene i bilanci militari, durante gli anni venti, venissero ridotti dovunque, e sebbene i carri armati non figurassero necessariamente nelle prime posizioni dell'elenco delle priorità, gli eserciti di Francia, Italia, Gran Bretagna, URSS, Stati Uniti e Germania – quest'ultima operando in segreto e su territorio straniero – tutti sperimentarono una varietà di veicoli corazzati e blindati che spesso assunsero forme bizzarre. Potenza di fuoco, corazzatura, velocità, autonomia ed affidabilità, furono tutte gradualmente perfezionate benché, per lungo tempo, la questione di quale fosse la miglior combinazione possibile di tutte queste caratteristiche rimanesse irrisolta. Alla fine degli anni trenta, la maggior parte dei carri portava un cannone nella torretta girevole situata sulla parte superiore dello scafo. Questa configurazione li rese idonei primariamente per combattere altri

veicoli ed altri carri allo scoperto, meno per affrontare la fanteria, specialmente se trincerata in terreno accidentato. benché alcuni entusiasti avessero la visione di eserciti consistenti interamente di carri, la limitata potenza di fuoco di questi ultimi, così come la loro difficoltà operativa in molti tipi di terreno e di notte, significò che questo punto di vista non ebbe mai la possibilità di essere accettato. Dal momento in cui vennero effettuati esperimenti di guerra corazzata su vasta scala nella Piana di Salisbury, in Inghilterra, fu chiaro che i carri avrebbero dovuto essere accompagnati da fanteria e artiglieria campale. Affinché i carri non venissero rallentati da queste componenti, la fanteria e l'artiglieria avrebbero dovuto essere motorizzate, o preferibilmente meccanizzate, con la fanteria montata su veicoli blindati e l'artiglieria semovente.

Durante gli anni venti la qualità e le prestazioni dei carri armati fecero sostanziali progressi: il cannone in torretta poté essere brandeggiato a trecentosassanta gradi; i costruttori produssero perfezionati sistemi di cingoli e sospensioni che permisero velocità di 30 e poi 45 Km. all'ora. I carri pesavano fra le sei e le dodici tonnellate ed avevano mitragliatrici e cannoni da 37 mm. di calibro. La corazzatura, di solito con uno spessore fra i 10 e i 20 mm., forniva una sufficiente protezione contro le armi portatili.

Gli eserciti si orientarono a dividere i carri in due classi: quelli più lenti, con corazza di maggior spessore, destinati ad assistere la fanteria negli assalti ed i più veloci, con corazza più sottile, a svolgere un ruolo vagamente analogo a quello della cavalleria. Come gli architetti navali, i progettisti di carri dovettero destreggiarsi fra velocità, corazzatura e potenza di fuoco.

All'inizio degli anni trenta, molti esperti sostennero che i carri da 6 tonnellate con 12 mm. di corazza erano troppo vulnerabili e che la velocità non significava protezione. Ciononostante fu data la priorità alla loro costruzione per il basso costo. I carri pesanti oltre le 20 tonnellate con 70 mm. di corazza erano considerati i più potenti ma eccessivamente costosi. I carri medi da 16 a 20 tonnellate, con 20-30 mm. di corazza, erano anch'essi ritenuti molto costosi, ma fu su questi prototipi – e su qualche altro più pesante – che si basarono le ricerche per la produzione dei motori, dei cingoli e delle sospensioni. Degno di un certo interesse fu un carro costruito dall'americano J. Walter Christie che accoppiò un nuovo sistema di sospensioni ad un carro "convertibile", capace cioè di muovere sia su cingoli sia su ruote. Inoltre, il carro presentò un nuovo tipo di cingolatura appositamente studiato per permettere una rapida e facile rimozione allorché il movimento doveva avvenire su ruote. Questa operazione, e naturalmente l'inversa, avveniva in circa trenta minuti. Durante le prove dimostrative il carro raggiunse velocità elevatissime: 112 Km. ora su ruote e 67 Km. ora su cingoli. L'Esercito degli Stati Uniti, tuttavia, dopo averne realizzato diversi esemplari, abbandonò gli esperimenti per la difficoltà di sterzatura, la debolezza dell'intero sistema e la mancanza di fondi. Dopo averne acquistato alcuni esemplari, i sovietici sfruttarono l'idea e diedero vita ad una serie di carri che sfociò nel famoso T-34 della Seconda Guerra Mondiale.

Nel periodo in esame, l'artiglieria e le armi portatili non subirono sostanziali modifiche; eccetto che per le armi antiaeree e anticarro e migliori comunicazioni, gli eserciti scesero in campo, allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale, armati non molto diversamente di come lo erano stati alla fine della Prima.

La *difesa antiaerea* da terra, che era iniziata ancora prima del 1914, continuò durante il conflitto e raggiunse un notevole miglioramento negli anni venti e trenta. Per gli aeroplani di alta quota, le difese tesero ad usare cannoni ad alta velocità, con un calibro fra i 3 e i 4 pollici, che sparavano granate temporizzate per esplodere all'altezza dell' aereo. Ma il puntamento su di un bersaglio che si muoveva in tre dimensioni ad una velocità e distanza non conosciute, presentò un problema difficile. La difesa antiaerea contava sull'ascolto del rumore dell'aereo in avvicinamento per mezzo di ricevitori – gli aerofoni – che un operatore poteva muovere fino a quando individuava l'esatta direzione del suono (il principio era lo stesso del già descritto idrofono). Questo permetteva il puntamento di un telemetro, e di notte anche di un riflettore, nell'esatta direzione. Quando il telemetro centrava il bersaglio, un primitivo calcolatore meccanico, conoscendo la distanza, calcolava il punto sul quale l'artiglieria doveva sparare in modo che la granata intercettasse l'aereo ed esplodesse al momento giusto. Con questa informazione trasmessa alle batterie, i cannonieri regolavano le spolette, puntavano le loro armi e incominciavano a sparare.

Con buona visibilità il sistema si dimostrò efficace contro aeroplani ad alta quota ma non poté essere applicato per la difesa contro attacchi veloci a basso livello. Per la difesa contro aerei a bassa quota, la fanteria, durante la Prima Guerra Mondiale aveva usato mitragliatrici. Questa soluzione difensiva – volume piuttosto che precisione di fuoco – continuò come linea di sviluppo dopo la guerra, con l'aggiunta di mitragliatrici più pesanti del calibro da 20 a 50 mm., che sparavano proiettili esplodenti all'impatto.

Queste armi antiaeree più leggere, spesso riunite in gruppi, sviluppavano un alto volume di proiettili molto letali per gli aeroplani. Per il puntamento dipendevano da un congegno di mira a reticolo e dagli occhi e valutazione del tiratore, o da un rudimentale sistema di controllo del fuoco. L'imprecisione veniva compensata dal numero di proiettili sparati e dall'aiuto di pallottole traccianti che segnavano la traiettoria delle raffiche. La difesa antiaerea si può paragonare a quella della fanteria contro la cavalleria leggera delle epoche precedenti. Per far fronte agli arcieri a cavallo musulmani i crociati avevano impiegato la balestra per lanciare nugoli di dardi. Le armi antiaeree corrisposero alle balestre ma con meno efficacia e con il grave inconveniente della mancanza di mobilità. Mentre il balestriere disponeva di tutta la mobilità di un fante, nessun fante poteva portare singolarmente un'utile arma antiaerea. Per dare mobilità ad un cannone antiaereo era necessario trainarlo o montarlo su di un autocarro o trattore. Questa possibilità di movimento poteva superare quella della fanteria a piedi ma ad un notevole costo di risorse e flessibilità. Una batteria di grossi cannoni per la difesa contro attacchi da alta quota con l'aggiunta di complessi apparati per il controllo del fuoco non poteva entrare in azione così prontamente come lo potevano le mitragliatrici antiaeree che accompagnavano le truppe in marcia o schierate. L'imprecisione del bombardamento da alta quota mitigava sostanzialmente, tuttavia, le difficoltà di difendere le truppe contro questo pericolo.

Con le aumentate durata, affidabilità meccanica e velocità, i carri armati degli anni trenta avevano progredito nel loro valore tattico così come nella mobilità strategica. Per far fronte a questo accresciuto potenziale, gli eserciti si occuparono della *difesa anticarro.*

Come gli eserciti romani, le milizie medioevali e la fanteria svizzera avevano adottato le picche per proteggersi contro le cariche della cavalleria pesante, gli eserciti moderni cercarono l'arma idonea per far fronte ai carri; cercarono, a questo fine, di realizzare un cannone con grande mobilità, con modesta, necessità di trazione e con maggior facilità di postazione e trinceramento del cannone campale.

Durante la Prima Guerra Mondiale, i tedeschi avevano adottato un grosso fucilone con un calibro di due terzi maggiore del normale fucile di fanteria; quest'arma poteva essere impiegata da un solo uomo, sebbene con difficoltà, e l'alta velocità del suo proiettile d'acciaio consentiva a questo di perforare la corazza del carro. Ma la corazza di maggiore spessore dei carri postbellici aveva reso presto questa soluzione obsoleta.

La capacità di un proiettile di perforare una corazza dipendeva dalla sua energia, un prodotto del suo peso, della sua velocità e, in un certo senso, dalle dimensioni del foro che doveva fare. Poiché un proiettile più grosso doveva provocare un foro più grande e così incontrava una maggior resistenza, un proiettile più piccolo, più leggero ad alta velocità adempiva a questo compito meglio di uno più grande, più pesante, a bassa velocità che aveva la stessa quantità di energia. Ma un'alta velocità richiedeva una canna lunga e pesante ed un affusto abbastanza solido per assorbire il rinculo della carica esplosiva che doveva creare la velocità. Soltanto un piccolo cannone poteva fornire queste caratteristiche. Molti eserciti adottarono un cannone scudato, di facile messa in batteria, del calibro fra i 25 e i 50 mm., con canna lunga ed elevata velocità iniziale del proietto. Tuttavia, anche di ridotte dimensioni, questo cannone pesava sempre dai 250 ai 500 Kg. e richiedeva un autocarro, un trattore o un cavallo per il traino, perciò, pur fornendo una buona protezione, sacrificava la mobilità tattica della fanteria. Ma, con fuoco diretto, il cannone anticarro poteva sparare con precisione e rapidamente contro i suoi grossi bersagli e presentava, anche se non in postazione protetta, un difficile bersaglio per il cannone del carro. Meno costoso, talvolta più facile da piazzare e leggermente più mobile dei cannoni campali, il cannone anticarro poteva muoversi ed entrare in azione come un cannone antiaereo. I cannoni antiaerei ed anticarro avevano così tanto in comune nelle loro caratteristiche balistiche che potevano senza difficoltà cambiare bersaglio usando le munizioni dell'uno o dell'altro.

Inizialmente, i carri e gli aeroplani non poterono combattersi l'uno contro l'altro. I cannoni dei carri non potevano sparare contro gli aerei e i carri si presentavano come un improbabile bersaglio per gli aeroplani. Bersaglio piccolo e quindi difficile da colpire con una bomba anche se non in movimento, la corazzatura proteggeva il carro dalla mitragliatrice dell'aeroplano. Anche se le corazze dei primi carri erano abbastanza sottili, l'angolo acuto con il quale i proiettili dell'aeroplano colpivano lo scafo consentiva a quest'ultimo di deviarli. Ma, nei primi anni trenta, la situazione cambiò. I francesi montarono un cannoncino da 20 mm. su di un aereo da caccia. Quest'arma poteva perforare la corazza orizzontale di un carro. Nel 1939, i francesi, i tedeschi e i russi, che impiegavano le loro forze aeree in stretto appoggio alle forze di terra, avevano armato i loro aeroplani da caccia con almeno un cannone da 20mm. Questa modifica mise in grado gli aerei di attaccare il carro ed il carro, ad eccezione di una mitragliatrice

collocata sulla parte superiore della torretta, non poteva difendersi da un attacco in picchiata di un aereo dotato di cannone.

Considerando l'attenzione dedicata da tutte le nazioni – comunque in misura diversa – all'armamento del carro e dell'aeroplano, fu evidente che questi due nuovi mezzi sarebbero stati i protagonisti della guerra futura.

Sebbene gli eserciti fossero rimasti, più o meno, della stessa composizione del 1918, la *dottrina* sulla condotta della guerra subì delle modificazioni. I propugnatori del carro armato insistettero che esso poteva, e doveva, rivestire un ruolo del tutto differente da quello del 1918, quando, principalmente, aveva aiutato la fanteria a sopraffare la mitragliatrice. Mentre il pensiero ortodosso continuò a considerare il carro come un pesante e lento cavaliere a sostegno della fanteria, i tecnici del carro previdero una forza completamente motorizzata di fanteria e artiglieria nella quale un gran numero di carri avrebbe fornito la potenza d'urto, benché scrittori militari britannici come J. F. C. Fuller e B. H. Liddell Hart e il piccolo esercito britannico avessero sostenuto queste idee e benché i francesi avessero anche creato una divisione motorizzata con carri nel 1933, soltanto l'esercito tedesco applicò le nuove teorie su vasta scala e le incorporò nella sua dottrina.

Nel 1935 i tedeschi crearono la loro prima divisione corazzata il cui organico previde inizialmente oltre 500 carri, due battaglioni di fanteria motorizzata unitamente ad artiglieria campale e anticarro, anch'essa motorizzata. Il grande numero di carri, appoggiati da fanteria e artiglieria, forniva una potente capacità tattica offensiva per sfondare le difese avversarie. La motorizzazione dell'intera unità le diede una mobilità strategica per sfruttare la penetrazione nelle difese del nemico. Pianificando un'implacabile spinta nelle retrovie nemiche, aggirando gli ostacoli o schiacciandoli con la potenza offensiva di un così grande numero di carri, la divisione corazzata poteva interrompere le comunicazioni del nemico e bloccare il movimento dei rifornimenti e delle riserve. La dottrina dei sostenitori del carro previde anche la cooperazione strategica delle forze aeree per l'attacco alle comunicazioni dei difensori, alle truppe in movimento ed ai quartieri generali, come anche per l'assistenza tattica in combattimento con il bombardamento in picchiata, in aggiunta o sostituzione del fuoco dell'artiglieria. La radio avrebbe consentito il controllo ed il coordinamento delle forze aeree e terrestri.

L'Unione Sovietica, nel 1932, aveva costituito il primo corpo meccanizzato del mondo, che comprendeva più di 500 carri con aliquote di fanteria e artiglieria motorizzate, per l'impiego a massa dei carri. Ma i progressi in questa direzione furono bloccati dall'errata valutazione di Stalin dell'esperienza sovietica dell'uso dei carri durante la guerra civile spagnola: i corpi meccanizzati vennero sciolti ed i carri ritornarono al loro originale impiego di appoggio alla fanteria.

I francesi, che ebbero per la maggior parte del periodo fra le due guerre il più forte e più moderno esercito, dimostrarono un certo scetticismo sul ruolo dei carri oltre a quello del sostegno della fanteria e artiglieria nella guerra di posizione e d'assedio che si aspettavano avrebbe caratterizzato le operazioni di grandi forze lungo le loro frontiere. Anch'essi, tuttavia, formarono divisioni corazzate, ma in numero inferiore ai tedeschi e con un'aliquota minore di carri in ogni divisione. Diversamente dai tedeschi che avevano assegnato tutti i loro

carri alle divisioni corazzate, i francesi mantennero più della metà della loro disponibilità di mezzi corazzati nell'organico delle divisioni di fanteria per sostenerle nei loro attacchi e contrattacchi. Come i tedeschi, i francesi motorizzarono alcune delle loro divisioni montando la fanteria su autocarri e trainando l'artiglieria con veicoli a motore. Come quello tedesco, il grosso dell'esercito francese rimase invariato dal 1918 e consistette di fanteria a piedi con artiglieria – e trasporti – a traino animale.

Gli italiani, dopo aver acquistato alcuni carri francesi, realizzarono un carro leggero "FIAT 3000"da 6 tonnellate con cannone da 37mm., che nel 1927 equipaggiò il "Reggimento Carri Armati" su 180 carri. All'inizio degli anni trenta, tenuto conto delle zone d'impiego (principalmente montane) venne elaborato dall'Ansaldo un carro leggero di 3, 2 tonnellate, armato con due mitragliatrici binate o con un lanciafiamme (L3), l'impiego del quale era previsto particolarmente nell'esplorazione, durante la marcia al nemico, nelle soste, nell'attacco e nell'inseguimento; questo carro fu il più diffuso nelle unità corazzate italiane. Nel 1937 vennero costituite due brigate corazzate e due divisioni motorizzate, ma l'Esercito rimase quasi interamente costituito da fanteria (a piedi) e da artiglieria ippotrainata, mentre le unità mobili ne costituivano lo 0, 5%(due brigate corazzate su carri L3 e due divisioni motorizzate su 60 divisioni di fanteria). Come dovessero combattere le unità corazzate e motorizzate nessuno lo sapeva, tanto è vero che ancora nelle grandi manovre del 1939, le norme per l'impiego delle unità corazzate non erano state ancora codificate. Esisteva soltanto un "Impiego e addestramento carri d'assalto", diramato nell' agosto 1936, dove a questo veniva affidato il compito di "aprire la strada alle fanterie in terreni non fortemente organizzati" mediante impiego a massa (unità normale d'impiego la compagnia, minima il plotone). Le unità carriste, di conseguenza, dovevano agire "sempre in stretta cooperazione con la fanteria".[1]

Il "fronte continuo" della guerra 1914-1918 diede un notevole impulso alle opere di *fortificazione*. L'Italia mise in atto una modesta serie di opere difensive sulla cerchia delle Alpi che prese il nome di "Vallo Alpino del Littorio". Ma furono i francesi e i tedeschi che costruirono delle linee di massicce fortificazioni lungo i rispettivi confini.

In Francia, nel 1930, l'Assemblea Nazionale approvò una legge che ratificò i piani dell'Esercito per la costruzione di una potentissima zona fortificata lungo il confine orientale. La realizzazione dell'opera venne iniziata da Andrè Maginot, a quell'epoca Ministro della Guerra e che le diede il nome. La "Linea Maginot" doveva essere completata per il 1935, anno in cui, in base al Trattato di Versailles, la Francia avrebbe ritirato le truppe dalla Renania. Essa doveva partire da Basilea, sul confine svizzero, e proseguire fino a Longwy, vicino al punto dove si trovavano i confini francese, lussemburghese e belga. La potenza e la profondità della linea variavano a seconda dei punti, ma per tutti i 130 chilometri era formata da "zone fortificate"che dominavano le due più importanti arterie aperte all'invasione. Un'altra serie di fortificazioni minori, affacciate direttamen-

[1] Stato Maggiore Esercito-Ufficio Storico: "L'Esercito italiano tra la la e la 2a Guerre Mondiali" – Roma, 1954 p. 120

te ad est, rafforzava l'ampio confine fluviale del Reno. Subito oltre confine, le difese delle due zone fortificate avevano inizio con una serie di ostacoli anticarro e di filo spinato, sostenuti da costruzioni rinforzate, conosciute come "maisons fortes" e da fortini, la cui posizione avanzata doveva permettere di individuare gli attacchi e di ritardarli. Alle loro spalle veniva un profondo fosso anticarro, quindi i forti e le casematte sotterranei che formavano la spina dorsale della linea. Protetta da muri alti fino a tre metri, ogni casamatta ospitava cannoni anticarro a fuoco rapido e mitragliatrici appostate in feritoie con un arco di 50°, nonché lanciagranate capaci di bloccare i reparti di fanteria nemici che si fossero avvicinati attraverso il territorio antistante. La guarnigione di ogni casamatta, composta di venticinque uomini, viveva in un acquartieramento ancor più sotterraneo. Superbamente mimetizzate nel paesaggio circostante, tutto ciò che il nemico poteva vedere di quelle casematte di cemento erano i due piccoli cappelli formati dalle cupole d'osservazione che le sormontavano.

Ma il vero vanto della linea Maginot erano i suoi forti che si stendevano alle spalle delle casematte a intervalli di cinque o sette chilometri. Fin dall'epoca di Vauban, gli ingegneri francesi non avevano più avuto rivali nell'arte delle fortificazioni, ed i nuovi mostri d'acciaio e cemento erano vere e proprie meraviglie del mondo moderno. Oltrepassati gli ingressi bui, praticati discretamente nella base di qualche collina, le truppe entravano in una civiltà sconosciuta, dove potevano vivere, dormire, mangiare, lavorare ed esercitarsi per molte settimane senza neppure vedere la faccia della terra, ne più ne meno come gli equipaggi dei moderni sottomarini nucleari. Treni elettrici trasportavano i soldati dagli alloggiamenti sotterranei e dalle mense alle torrette dei cannoni; grandi centrali elettriche, ugualmente sotterranee, li fornivano di energia e di luce; potenti impianti compressori iniettavano l'aria e garantivano i forti contro i gas venefici; immensi magazzini sotterranei, pieni di cibo, carburante e munizioni, permettevano alle truppe di vivere senza contatto con l'esterno fino a tre mesi. I tipi di forti erano tre, il più grande dei quali ospitava una guarnigione di 1200 uomini tra ufficiali e soldati, ed era formato da quindici, diciotto "blocchi" di cemento, ognuno munito di miriadi di cannoni, montati su torrette retraibili, di un calibro che variava dai 37 ai 135 mm. Ogni forte era diviso in due parti, collegate da gallerie profonde oltre la portata di qualunque proietto e per una lunghezza che variava dai 400 metri ai 3 chilometri. A questo modo, anche se metà forte veniva distrutto, l'altra metà poteva continuare a combattere; inoltre, ogni metà era localizzata in modo da poter essere difesa dal fuoco dell'altra metà, dei forti vicini e delle casematte.[2] Per la costruzione dell'intero complesso della Maginot vennero spesi sette miliardi di franchi (del 1936) e furono impiegati15.000 lavoratori e tecnici per muovere 12 milioni di metri cubi di terra e sostituirli con 2 milioni di metri cubi di cemento e 50.000 tonnellate di piastre d'acciaio. Le comunicazioni con il mondo esterno furono assicurate da linee telefoniche incassate nel cemento, collegate con centralini a 45 metri sotto terra.

Tutta questa colossale opera d'ingegneria militare aveva dei difetti: la mancanza di profondità (le postazioni, in ordine successivo, non occupavano, anche nel

---

[2] A. Horne: "Come si perde una battaglia"-Mondadori, Milano, 1970 pp. 38-39

punto più profondo, una fascia più larga di una ventina di chilometri) e, principalmente, l'eccessiva lunghezza. Romanticamente, la linea Maginot era stata definita "lo scudo di Francia". Ma gli scudi sono tanto più efficaci quanto più agevolmente possono venire spostati così da proteggere tutti i punti del corpo. La linea Maginot, ovviamente, non poteva essere spostata e tuttavia non venne prolungata fino a coprire quella che Clausewitz aveva definito "la bocca dello stomaco della Francia" e cioè la classica arteria d'invasione che tagliava le pianure belghe ed attraverso la quale Schlieffen aveva portato il paese sull'orlo della disfatta totale.

La Germania, nell'autunno del 1917, aveva incominciato la costruzione di una grande linea di difesa, la "Linea Sigfrido", fra Lens e Reims, nel settore settentrionale del fronte occidentale. Nel 1938, il nome fu assegnato alla vasta linea di difesa (ufficialmente il "Vallo Occidentale") in costruzione lungo le frontiere occidentali della Germania, che si estendeva approssimativamente da est di Basilea a Karlsruhe, ad ovest del Lussemburgo e ad est lungo i confini del Belgio e dell'Olanda. Originariamente intesa a difendere la riannessa regione della Saar nel 1936, venne allungata per diventare la controparte tedesca della linea Maginot. Consistette di mine, ostacoli anticarro e profonde fasce di casematte. Fu sfondata dagli alleati nella primavera del 1945.

Tecnologia ed arte militare navale.

A seguito delle esperienze della guerra, gli architetti navali si resero conto che le loro navi da battaglia avevano una corazzatura del tutto inadeguata contro il fuoco delle artiglierie a lunga gittata. L'angolo d'impatto, quasi verticale, dei proietti sparati da 15-20.000 metri consentiva loro di perforare le coperte protette soltanto contro proietti in arrivo con angolo quasi orizzontale. Nonostante le poche navi affondate durante la guerra dagli aeroplani, si avvertiva anche la crescente minaccia del bombardamento dall'alto. Il risultato fu l'orientamento verso lastre d'acciaio più resistenti e di maggior spessore e verso l'aumento della velocità. Fu anche modificato l'armamento secondario, originariamente inteso alla protezione contro le torpediniere, aggiungendo cannoni antiaerei e, in alcuni casi, pezzi più pesanti in grado di essere impiegati nel doppio ruolo di antiaerei e contro i cacciatorpediniere.

Sugli incrociatori ed i cacciatorpediniere vennero montate torrette con due o tre cannoni. Gli incrociatori raggiunsero un tonnellaggio dalle 5 alle 10.000 tonnellate ed una velocità oltre i trenta nodi; le loro artiglierie principali – di solito sei o più pezzi – variarono da 150 a 200mm. di calibro, mentre quelle secondarie rivestivano anch'esse il doppio ruolo antiaereo e antinave; benché dotati di corazzatura di minor spessore, assomigliarono sempre più alle navi da battaglia. Anche i cacciatorpediniere aumentarono in tonnellaggio (fino a 2500 tonn.) e velocità (oltre i 35 nodi).

Nella corsa al potenziamento delle navi da battaglia si distinsero principalmente il Giappone, gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, che avviarono programmi per la costruzione di corazzate fino ed oltre le 40.000 tonnellate. Ma il loro costo enorme (ed anche il proposito di controllarsi a vicenda) spinse le grandi potenze navali a stipulare il Trattato di Washington del 1922 che, oltre a limitare il

tonnellaggio delle flotte in generale, stabiliva anche quello massimo delle navi da battaglia a 30.000 tonnellate. Come avviene per tutti i trattati, tutti i firmatari (specialmente il Giappone) trovarono scappatoie per non rispettare le clausole restrittive e apportarono notevoli migliorie tecniche.

Anche la piccola Marina germanica della Repubblica di Weimar che, secondo il disposto del Trattato di Versailles non avrebbe dovuto disporre di oltre sei piccole unità corazzate da 10.000 tonnellate e armate con cannoni di calibro non superiore ai 280 mm., nel 1929 impostò la costruzione della "Deutschland" (cui seguirono la "Admiral Scheer"e la "Admiral Graf Spee") le cui caratteristiche – dislocamento, protezione, armamento, velocità, ed in particolare autonomia che le permise un'ampia capacità operativa – ne fecero una corazzata di concezione del tutto nuova. Era armata con sei cannoni da 280 mm., otto da 150 mm., sei da 105 e armi minori; la sua velocità era di 28 nodi con circa 50.000 HP di potenza; la sua corazzatura era di 60 mm. al galleggiamento e 45 ai ponti, pari o superiore a quella di molti nuovi incrociatori. Usando motori diesel – per la prima volta in grosse navi – impiegando l'elettrosaldatura nella costruzione e componenti più leggeri, risparmiò peso in misura tale da superare il limite del Trattato soltanto di 2000 tonnellate e venne denominata "corazzata tascabile".

In ogni caso, la futura sfida alla nave da battaglia fu la *portaerei*. Abbiamo già citato la "portaidrovolanti" "Ark Royal", varata dai britannici nel 1914 e seguita da navi dello stesso tipo di altre Marine che però impiegavano idrovolanti lanciati da rudimentali catapulte oltre che venir calati o recuperati per mezzo di gru. Fu questo il primo banco di prova dell'aviazione navale. Tuttavia, il primo decollo di un aereo da una nave fu sperimentato dalla Marina degli Stati Uniti, il 14 novembre 1910, che fece levare un biplano terrestre dall'incrociatore leggero "Birmingham", sulla cui prora era stata collocata una piattaforma lunga circa 25 metri e larga 8, che incrociava nella baia di Cheasepeake; l'aereo andò ad atterrare vicino a Norfolk, distante circa 5 chilometri. Il 18 gennaio 1911, lo stesso velivolo appontò su di una piattaforma lunga 36,50 metri e larga 9,60, collocata sulla poppa dell'incrociatore pesante "Pennsylvania", ancorato nella baia di San Francisco. Per frenare la corsa dell'aereo era stato adottato un sistema costituito da 22 cavi disposti trasversalmente alla piattaforma a un'altezza di 30cm. e intervallati fra di loro di 90cm., alle cui estremità erano attaccati dei sacchi di sabbia del peso di 25 Kg., sui quali dovevano agganciarsi tre coppie di ganci applicate sotto il biplano; inoltre, sotto la coffa dell'albero era stato fissato un telo, tenuto in posizione verticale e attaccato all'estremità prodiera della piattaforma, che avrebbe dovuto impedire all'aereo di andare a schiantarsi contro le sovrastrutture se non si fosse fermato in tempo. Dopo un'ora, eliminati i congegni d'arresto, l'aeroplano decollò dalla piattaforma dove aveva appontato e rientrò all"aeroporto di partenza. La Marina statunitense però, dopo questi esperimenti, si orientò verso l'impiego di idrovolanti, apparecchi che potevano decollare e posarsi sul mare accanto alle navi senza ingombrarle con strutture che ne diminuivano le qualità belliche.[3]

Fu la Marina britannica la pioniera nel campo dell'aviazione navale. Dopo

[3] G. Galuppini: "La Portaerei" – Mondadori, Milano, 1979 pp. 13-14

diverse prove di decollo da navi mercantili attrezzate, nel giugno 1917 fu effettuato un esperimento di decollo da una piattaforma di 6 metri collocata sull'incrociatore leggero "Yarmouth" e il risultato fu positivo tanto che, nell'agosto 1818, un aereo da caccia, decollato da questo incrociatore, abbatté uno Zeppelin. Il comando della flotta, tuttavia, si oppose all'installazione su corazzate e incrociatori pesanti volendo evitare che queste unità dovessero appositamente manovrare per far decollare gli aerei mettendosi al vento. Per risolvere il problema, il comandante Rutland – uno dei primi piloti navali britannici – propose e fece attuare la sistemazione della piattaforma, o pista di decollo, su una o più torri dei pezzi di grosso calibro, così che per lanciare l'aereo sarebbe stato sufficiente brandeggiare la torre in direzione del vento e della corrente prodotta dall'andatura stessa della nave. Dopo diversi esperimenti, tutte le navi da battaglia britanniche vennero dotate di queste piattaforme e dei relativi aerei.

La designazione di "portaerei (aircraft carrier) fu usata per la prima volta dalla Marina britannica a proposito della "Furious", un incrociatore da battaglia in allestimento, che venne modificato sostituendo la torre prodiera singola (con due pezzi da 457 mm) con un hangar sul quale, per tutta la lunghezza del castello di prora, venne sistemato un ponte di volo lungo 70 metri e largo oltre 15, quindi tale da permettere comodamente il decollo a diversi tipi di aerei terrestri biposto, sia da caccia sia da bombardamento e ricognizione. A poppavia del ponte di volo, l'unità "ermafrodita" rimase inalterata con i suoi torrione, fumaiolo, alberatura e torre poppiera di grosso calibro.

La portaerei "Furious" entrò in squadra nel luglio 1917 con a bordo un gruppo aereo di 4 idrovolanti e 6 aerei terrestri; un ascensore idraulico provvedeva a trasportare gli aeroplani dall'aviorimessa al ponte di volo. Il problema del recupero degli aerei fu studiato un mese dopo dal comandante del gruppo aereo E. H. Dunning, che tentò l'appontaggio avvicinandosi di poppa alla stessa velocità della nave con un aereo da caccia, stando così quasi sospeso sopra il ponte. Dunning aveva fissato diverse cime nei punti più adatti del suo aereo: mentre questo si librava sul ponte per appontare, le cime vennero afferrate da un gruppo di uomini del servizio aereo che, tirandole con forza, frenarono e fermarono l'aereo quando questo ebbe toccato il punto di appontaggio. La prova, un pò rudimentale e primitiva, riuscì. Durante un successivo esperimento, purtroppo, il comandante Dunning precipitò in mare e perdette la vita. Nel marzo 1918, il ponte della "Furious" fu prolungato da poppa fino al fumaiolo; inoltre fu messo a punto un sistema d'arresto sul tipo di quello sperimentato dagli americani nel 1911 ma ulteriormente migliorato; al termine del ponte fu alzata una barriera verticale costituita da una specie di rete di grosse cime di canapa contro cui l'aereo, se non fosse riuscito ad agganciare neppure un cavo d'arresto, pur rimanendo danneggiato, sarebbe andato ad arrestarsi. Ma anche con le nuove modifiche, le prove di appontaggio non diedero risultati soddisfacenti: generalmente gli aerei non riuscivano a tenere l'assetto, sbandavano e si sbilanciavano nella fase di avvicinamento e raramente toccavano il ponte in posizione corretta; inoltre, il sistema di frenatura, il più delle volte, non funzionava e non appena la corrente d'aria contraria veniva a cadere o a diminuire a causa del fumaiolo o delle sovrastrutture, anche gli aerei che si erano presentati all'appontaggio come si conveniva andavano a finire regolarmente contro la rete d'arresto.

La "Furious" aveva dimostrato le potenziali possibilità delle navi portaerei, ma le operazioni d'appontaggio vennero sospese: gli aerei potevano quindi solo decollare e, dopo la missione, raggiungere basi a terra.

Sulla base delle precedenti esperienze, venne allora allestita un'unità con ponte di volo continuo, ottenuta mediante la trasformazione della nave passeggeri italiana "Conte Rosso", alla quale fu dato il nome di "Argus". Il ponte era lungo 168 metri e totalmente sgombro Poiché era stata eliminata ogni sovrastruttura, concentrando gli organi di comando, governo e controllo in una struttura semplificata collocata su di un ascensore laterale, azionato idraulicamente, che poteva quindi essere innalzato o abbassato a seconda delle necessità operative sul ponte di volo. Era stato eliminato tutto quello che poteva ostacolare il flusso d'aria sul ponte: oltre alle sovrastrutture, era stato anche abolito il fumaiolo, sostituito con due condotti per lo scarico del fumo, sistemati orizzontalmente sotto il ponte di volo, che terminavano a poppa. Anche gli aerei, imbarcati su questa nave nell'ottobre 1918, furono di nuova concezione, più leggeri e manovrabili, in particolare i "Sopwith Cuckoo", biplani monoposto, monomotori, aerosiluranti. L'"Argus" fu la prima di una lunga serie di navi portaerei che rivoluzionarono la guerra sul mare.

Nel 1920 entrò in servizio la "Eagle", ricavata dalla trasformazione di una corazzata originariamente impostata per la Marina cilena. Il suo dislocamento era di 22.600 tonnellate, il ponte di volo, che si restringeva a prua e a poppa seguendo lo scafo, era lungo oltre i 198 metri e largo oltre i 29; l'aviorimessa poteva contenere 21 aerei, sollevati sul ponte da due elevatori; la protezione era costituita da una cintura d'acciaio dello spessore di 114 mm. al galleggiamento e di 25 mm al livello del ponte di coperta; il ponte di volo aveva una corazza di 25 mm., quello dell'aviorimessa e quello sottostante (ponte di coperta) di 37 mm.; era dotata anche di un notevole armamento: 9 cannoni da 152 mm., 5 cannoni da 101 mm. antiaerei, 4 cannoni da 76 mm. antiaerei. Il sistema di arresto degli aerei era all'incirca quello dell'"Argus" ma, rispetto a quest'ultima, fu adottata per la prima volta la cosiddetta "isola", una struttura laterale al ponte di volo che comprendeva il complesso plancia, alberatura, fumaioli, posti di comando e controllo. Questa struttura divenne poi classica nelle portaerei.

Nel luglio 1923 entrò infine il servizio la "Hermes", progettata fin dall'inizio come nave portaerei, di 10.850 tonnellate, con un ponte di volo lungo oltre i 183 metri e largo oltre i 21; gli aerei in dotazione erano 20 fra caccia e ricognitori; l'armamento di 6 cannoni da 140 mm., 3 da 101 antiaerei, 4 da 76 mm. antiaerei.

Gli Stati Uniti, nel 1922, misero in servizio la loro prima portaerei, la "Langley", ricavata da una nave carboniera. Il ponte di volo – senza isola – era di mt. 162, 75 per 9, 50; gli aerei in dotazione erano 34 fra caccia, ricognitori e idrovolanti; l'armamento 4 cannoni da 127mm., non disponeva di corazzatura. Le caldaie dell'apparato motore scaricavano in una condotta orizzontale posta trasversalmente al ponte di volo la quale terminava con due fumaioli abbattibili verso l'esterno, così da poter essere abbassati durante i decolli e gli appontaggi. La sistemazione più anomala era quella degli aerei che, invece di essere contenuti in una aviorimessa, erano sistemati nelle stive dove prima si metteva il carbone. Per calare gli apparecchi nelle stive e per sollevarli, vi era una gru scorrevole su di un binario sistemato sotto il ponte di volo: questa gru poteva portarsi sulla verticale del boccaporto, prendeva l'aereo, lo alzava e lo deponeva sulla

piattaforma dell'elevatore che lo portava sul ponte di volo. La "Langley" rimase in servizio fino al 1937 quando, superata dalle nuove unità, fu declassata a nave appoggio idrovolanti. Affondò nel Pacifico nel 1942.

La Marina giapponese, seguendo gli indirizzi britannici, mise in servizio, nel dicembre 1922, la "Hosho", prima portaerei del mondo progettata come tale, con un dislocamento di circa 10.000 tonnellate, dotata di 26 aerei e armata con 4 cannoni da 140mm. e 2 da 76 antiaerei. Una sua caratteristica interessante era data dal suo sistema di segnalazioni con luci e specchi per assistere il pilota in fase di appontaggio. Anche se le altre portaerei giapponesi non lo adottarono più, esso fu senz'altro un precursore del sistema adottato dal 1954 in poi a bordo delle moderne portaerei, cioè del mirino ottico di appontaggio.

Le navi portaerei avevano incominciato a vivere: le attendeva un periodo di difficoltà e di incomprensioni, per giungere poi alla grande affermazione, a divenire la struttura portante delle moderne flotte da guerra.[4] Infatti l'aeroplano superò i cannoni navali. Ad una distanza di 100 miglia, una veloce portaerei poteva lanciare i suoi velivoli contro qualsiasi nave di superficie senza il timore di essere colpita dai cannoni del nemico. I britannici si dotarono di sette portaerei, metà del numero delle sue navi da battaglia; anche gli Stati Uniti e il Giappone, le altre due grandi potenze navali, ne costruirono sette e la Francia una. Nella metà degli anni trenta, quando la Gran Bretagna iniziò a modernizzare la sua flotta, pianificò un uguale numero di navi portaerei e navi da battaglia, cinque per tipo. Nel Mediterraneo l'Italia non sentì la necessità delle portaerei, sottovalutando la capacità di queste di alterare la guerra sul mare.

Per quanto il raggio d'azione degli aeroplani navali e la loro possibilità di ricognizione resero le portaerei essenzialmente differenti dalle navi da battaglia e dagli incrociatori, per la prima volta, dai tempi della galea e della temporanea coesistenza della tattica delle artiglierie e di quella dell'abbordaggio, le navi ebbero un'eterogeneità nei sistemi d'arma. Così come gli eserciti stavano ritornando all'eterogeneità dall'era del sistema d'arma singolo (il fante armato di fucile), così anche le Marine si, trovarono di fronte alla interrelazione di due sistemi d'arma piuttosto distinti. Non è sorprendente che i marinai, come i soldati, ebbero difficoltà a trovare immediatamente la migliore dottrina.

Tecnologia ed arte militare aerea.

Il mezzo da combattimento che, nel primo dopoguerra, destò un vivo interesse, probabilmente anche per gli sviluppi che era destinato ad avere nel campo civile, fu l'aeroplano.

Le conclusioni alle quali si giunse dalle esperienze dell'impiego bellico dell'arma aerea fornirono le basi sulle quali un esiguo numero di teorici aeronautici costruì l'intelaiatura di una dottrina di guerra aerea che, nelle sue linee generali, continuò ad essere praticata fino alla fine degli anni sessanta.

---

[4] "Storia della Marina" – Fabbri ed., Milano, 1978 – vol III pp. 856, 865 – G. Galuppini: op. cit. pp. vv.

Il più importante e rivoluzionario di questi teorici fu l'italiano colonnello (poi generale) Giulio Douhet, che espose i suoi concetti nella sua opera principale divenuta famosa in tutto il mondo.[5]

La sua teoria si basava su due assunti fondamentali: primo, che gli aeroplani erano strumenti offensivi di incomparabile potenza contro i quali non poteva essere prevista alcuna difesa efficace; secondo, che il bombardamento, effettuato da una massa di grossi velivoli pesantemente armati, di tutti i centri industriali e civili in territorio nemico, avrebbe stroncato qualsiasi attività organizzata, annientato tutte le industrie ed annullato la capacità di resistenza della popolazione civile. In una guerra futura, che egli giudicava avrebbe avuto il carattere di staticità della precedente, la parte con la più potente flotta aerea strategica avrebbe automaticamente conquistato il dominio dell'aria e sarebbe stata in grado di por fine alla guerra, creando un tale stato di panico nelle popolazioni da costringere il nemico a chiedere la pace. Di conseguenza, consigliava di ridurre gli effettivi dell'esercito e della marina al minimo indispensabile per assicurare la difesa iniziale dei confini terrestri dall'irruzione delle forze avversarie; in seguito, queste due forze armate avrebbero avuto il compito di rastrellare ed occupare il territorio nemico.

Le teorie del Douhet, pur contenendo delle premesse innegabilmente valide in relazione ai bombardamenti strategici (confermate dagli eventi bellici che seguirono), erano giunte a conclusioni eccessivamente estreme riguardo al potere aereo "assoluto" ed al ruolo secondario delle forze terrestri e navali.

"L'ipotesi che la prossima guerra sarebbe stata nuovamente una guerra di posizione fu un errore spiegabile con il fatto che il Douhet subiva ancora fortemente le impressioni del conflitto da poco terminato e non poteva prevedere, a quell'epoca, gli sviluppi del carro armato. Allo stesso errore di valutazione va anche attribuito lo scarso conto che egli fece dell'importanza dell'Esercito e della Marina... L'apparecchio da bombardamento ideale del Douhet non differiva di molto, in sostanza, dai quadrimotori inglesi e americani che, in effetti, svolsero durante la Seconda Guerra Mondiale le missioni strategiche da lui preconizzate e che le azioni stesse furono decisive per la risoluzione del conflitto. Egli aveva, senza dubbio, sopravvalutato le capacità degli aeroplani da bombardamento non tenendo gran conto del pericolo rappresentato per essi dai velivoli da caccia perché, proprio all'epoca in cui compilava i suoi scritti, le prestazioni degli uni si erano molto avvicinate a quelle degli altri e il caccia non era allora un avversario così temibile per l'aeroplano da bombardamento come lo fu, più tardi, durante la Seconda Guerra Mondiale."[6]

A Douhet sfuggì un fatto incontrovertibile, dimostrato da secoli di storia: che è impossibile alla guerra ed alle istituzioni militari il non evolversi. Ogni innovazione o miglioramento negli armamenti o nei mezzi furono sempre seguiti da una contro-innovazione o da un contro-miglioramento che, gradualmente o rapidamente, ne diminuirono l'efficacia; di questo se ne ebbero le prove dagli eventi della Seconda Guerra Mondiale ed anche dal periodo che seguì. Naturalmente, le tesi sostenute dal Douhet provocarono vivaci discussioni e polemiche.

---

[5] G. Douhet: "Il dominio dell'aria. Saggio sull'arte della guerra aerea"s. e. Roma, 1921

[6] "G. W. Feuchter: "La guerra aerea" – Sansoni ; Firenze, 1968 pp. 21 23

I suoi irriducibili avversari furono i sostenitori del principio che l'arma aerea doveva soltanto sostenere tatticamente, quale arma ausiliaria, l'Esercito e la Marina nelle loro operazioni, senza possibilità di intervento strategico.

Gli esperti militari più realistici le accettavano solo in parte; oltre cioè alla sua funzione strategica, preconizzavano per l'aviazione dei criteri d'impiego più articolati e orientati ad una stretta cooperazione con le forze terrestri e navali. I più valenti sostenitori di questa posizione furono l'italiano generale Amedeo Mecozzi e l'ingegnere Camillo Rougeron, del Genio Navale francese.

Il Mecozzi, pur riconoscendo l'enorme importanza che in un futuro conflitto avrebbe avuto il potere aereo, riteneva che il successo nella lotta non poteva essere ricercato esclusivamente nel campo aereo, ma che invece doveva essere ottenuto facendo ordinatamente ed armonicamente pesare sulla bilancia tutti gli elementi del potenziale militare, cioè il marittimo, il terrestre e l'aereo. Alla proposizione del Douhet "resistere alla superficie per far massa nell'aria" egli opponeva un principio già noto nell'arte militare e di portata più vasta. "Resistere in tutti i luoghi, in tutti i tempi, o in un tempo a volta a volta prescelto, con tutte le forze terrestri, navali ed aeree, che si possano riunire a tal fine."[7]

Proponeva quindi, oltre ai bombardieri, un'"aviazione d'assalto" costituita da aeroplani piccoli, maneggevoli, veloci, con modesto carico utile, idonei alle offese contro la superficie, ma atti anche ad imporre il combattimento a tutti i velivoli non da caccia ed a sostenerlo contro i velivoli da caccia dell'avversario.

Il Rougeron, pur accettando l'aereo come arma dell'avvenire nei futuri conflitti, condannava principalmente le caratteristiche dell'"incrociatore aereo" proposto dal Douhet, lento e poco maneggevole, facile preda quindi dei cacciatori. Il suo aeroplano ideale era un caccia-bombardiere con alta velocità orizzontale ed ascensionale, elevata quota di tangenza e limitato raggio d'azione: doveva avvicinarsi il più possibile alle caratteristiche degli apparecchi da caccia esistenti alla stessa epoca. All'azione di "quantità" per obiettivi estesi, il Rougeron contrapponeva l'azione di "qualità", su obiettivi particolarmente sensibili. Alla douhettiana concezione strategica sostituiva, più o meno esplicitamente, una concezione tattica su obiettivi accuratamente scelti e innegabilmente abbastanza legati alle operazioni in corso terrestri e navali.[8] Precorrendo i tempi, oltre al bombardamento orizzontale, sostenne anche la grande efficacia del bombardameto in picchiata a bassissime quote per piccoli obiettivi in movimento.

Da tecnico navale quale era, si occupò anche della guerra sul mare, affermando che il confronto aereo-nave sarebbe stato tutto a vantaggio del velivolo, la cui arma ideale sarebbe dovuta essere il siluro aereo per l'attacco contro flotte alla fonda in bacini molto ampi e per l'attacco in pieno mare contro formazioni navali molto aperte. Le sue conclusioni furono davvero catastrofiche per le navi Poiché giunse a dire che i velivoli non avrebbero lasciato alle navi molte speranze di sopravvivenza: "... forse, dopo una resistenza di qualche decina d'anni, la nave da guerra che non vola sarà morta."[9]

---

[7] R. Gentile: op. cit. p. 27
[8] id. id. p. 33
[9] id. id. p. 34

Le nazioni europee vittoriose nella Prima Guerra Mondiale assegnarono all'aviazione un ruolo del tutto indipendente. La prima fu la Gran Bretagna che, nel 1918, trasformò il "Royal Flying Corps" in "Royal Air Force", seguita poi dall'Italia e dalla Francia.

Anche la Germania, dopo l'ascesa di Hitler, costituì la "Luftwaffe". Gli Stati Uniti invece mantennero i loro contingenti aerei come elementi dell'Esercito e della Marina.

Animatore dell'aviazione militare americana fu il generale William (Billy)Mitchell, già comandante delle forze aeree americane in Francia nel 1918. La difesa delle coste degli Stati Uniti era divenuta la causa dell'accanita rivalità tra l'Esercito e la Marina, in lotta fra loro per stabilire quale delle due aviazioni avrebbe dovuto assumersi il compito di contrastare dall'alto un eventuale aggressore.

Con la decisione che lo caratterizzava, Mitchell si buttò a testa bassa contro "quelli della Marina". Nel 1921 aveva provato come fosse vulnerabile una flotta attaccata dall'alto con adatto munizionamento: le bombe ad alto potenziale. Nel 1923 ripetè l'esperimento affondando con bomba di grosso calibro le vecchie corazzate "Virginia" e "New Jersey" a Cape Hatteras (North Carolina). Quest'ultima prova aveva finito per convincere anche gli scettici dell'estrema vulnerabilità delle navi di superficie. L'esperimento ebbe i suoi grandi lati positivi perché nell'avvenire avrebbe assicurato agli americani una poderosa forza d'attacco aereo con basi a terra ed un'altrettanto poderosa flotta di portaerei, non soltanto per l'ombrello aereo della flotta ma anche per l'attacco alle grandi unità avversarie.

L'esperimento del '21 aveva fatto sì che la Marina avesse la sua prima portaerei, la "Langley"; le successive esperienze di Mitchell avevano consigliato il governo americano a varare altre portaerei che avrebbero portato al massimo la potenza navale degli Stati Uniti.

Mitchell pretendeva, tuttavia, che i finanziamenti convergessero tutti nello sviluppo di una forza aerea indipendente. La violenza della sua azione gli provocò contrasti anche con quanti erano disposti ad affiancarlo in una disputa che difendesse un'aviazione schierata, pronta alla difesa come all'attacco, articolata per le diverse esigenze della lotta aerea. Egli voleva far trionfare l'aviazione come arma totale e mal sopportava che con le portaerei la Marina avesse di nuovo saldamente in mano il potere oceanico.

Profeticamente ebbe a scrivere: "Se le nostre navi da battaglia fossero colte di sorpresa da un attacco aereo e gli aerei distrutti sulle loro basi a terra, soltanto un miracolo ci permetterebbe di salvare i nostri possedimenti in Estremo Oriente. "Era la previsione più netta che si potesse fare su quello che sarebbe avvenuto di lì a un ventennio a Pearl Harbor. Ma avevano ragione anche i sostenitori delle portaerei. Il miracolo, dopo il disastro di Pearl Harbor si verificò e fu la casuale quanto provvidenziale crociera in mare delle due maggiori portaerei americane dell'ammiraglio Halsey che, fortunatamente risparmiate dall'attacco nipponico, saggiamente impiegate al momento opportuno, mutarono il corso degli eventi.

Le cose incominciarono a mettersi decisamente male per Mitchell quando questi incominciò ad attaccare violentemente la Marina all'epoca dei reiterati incidenti occorsi ai dirigibili dell'U. S. Navy. Venendo da un militare, questi attacchi erano pesanti atti di indisciplina. Allo scadere del comando dell'"Air Service" (Forza Aerea dell'Esercito), l'incarico non gli fu rinnovato e il brigadiere ge-

nerale William Mitchell venne inviato a meditare presso un oscuro comando aviatorio nel lontano Texas. La fine di un altro dirigibile e l'incidente ad un idrovolante della Marina, provocarono il più violento degli interventi di Mitchell, tanto che fu inviato davanti ad una Corte Marziale che lo degradò: sconfortato, Mitchell lasciò il servizio. Venne riabilitato troppo tardi, quando cioè, carattere e metodi a parte, era risultato che aveva mille e una ragioni. Un bombardiere, il B-25 (uno dei migliori velivoli dell'aviazione statunitense nella Seconda Guerra Mondiale) fu battezzato con il suo nome e gli venne dedicato anche un grande aeroporto. Mitchell si spense prima di vedere realizzato il suo sforzo di un'aeronautica indipendente.[10]

Negli anni fra le due guerre, la tecnologia dell'aviazione in generale, e quella dell'aviazione militare in particolare, avanzarono con enorme rapidità. benché fosse stato fatto ancora uso di biplani costruiti di legno, corda e tela, la maggioranza delle macchine in ogni forza aerea consistette di monoplani fatti di alluminio. Le potenze dei motori aumentarono da sotto i 200 HP ad oltre i 1000 HP, con conseguente aumento in affidabilità, in velocità, quota di tangenza e autonomia. L'aumento di velocità risultò non soltanto dalla maggior potenza dei motori ma anche dalla ridotta resistenza all'aria di una piuttosto che due ali dei biplani e dai carrelli retrattili delle ruote. La resistenza all'aria fu diminuita, negli aerei da caccia, anche dall'uso dei motori a V (o "in linea") a dodici cilindri, con la loro ridotta sezione trasversale rispetto al più voluminoso motore rotante o radiale.

Le aviazioni delle grandi potenze si confrontarono in gare di velocità, altezza e distanza, fra le quali si distinsero la Gran Bretagna con il "Supermarine" e l'Italia con i diversi prototipi di "Macchi-Castoldi"; l'Italia, oltre a vincere la famosa gara Istres-Damasco-Parigi con il "Savoia Marchetti SM-79", compì anche la prima transvolata atlantica in formazione con gli idrovolanti bimotori "SM-75". Gli aerei da guerra furono prodotti in un'infinita varietà di dimensioni, forma e tipi. Benché le categorie variassero da una nazione all'altra, tutte le forze aeree ebbero aerei leggeri per la ricognizione ed il collegamento, caccia monomotori per l'intercettazione ed il combattimento: gli inglesi ebbero gli "Hurricane" e gli "Spitfire" (questi ultimi derivati dal "Supermarine") monoplani a motore in linea ad ala bassa; i francesi i "Morane" e i "Devoitine", anch'essi monoplani ad ala bassa e motore in linea; i tedeschi il "Me-109"; tutti questi erano dotati di 6 o 8 mitragliatrici montate sulle ali e potevano essere adattati a portare piccole bombe per il ruolo di caccia-bombardieri e potevano volare a velocità fra i 400 e 600 Km/h; gli italiani, nonostante le brillanti esperienze nelle gare di monoplani ad ala bassa, continuarono a costruire biplani (Cr32 e Cr42) quest'ultimo con motore radiale, dotati di 2 mitragliatrici centrali, velocità intorno ai 400 Km/h, soltanto sul finire degli anni trenta incominciarono a produrre monoplani ad ala bassa e motore radiale (i G50 e i Macchi200)con velocità leggermente superiori, ma sempre armati di sole due mitragliatrici.

I bimotori ad ala bassa da bombardamento – Blenheim britannici, Dornier e Heinkel tedeschi, Breguet e Bloch francesi – furono i prototipi dei moderni bombardieri leggeri e medi; le loro aumentate autonomia, velocità e capacità di

[10] "Storia dell'Aviazione" – Fabbri ed. – Milano, 1973, vol. II pp. 310-311

carico, permisero di trasportare un carico significativamente più micidiale a distanze oltre i 900 Km. Gli italiani, a causa della scarsa potenza dei motori prodotti, frazionarono la stessa su tre motori (S-81 e S-79)

Alcune forze svilupparono tipi speciali per usi particolari: l'aeronautica tedesca si specializzò in bombardieri in picchiata (Ju-87) destinati al supporto ravvicinato alle truppe di terra.

I britannici e gli americani si concentrarono sulla costruzione di pesanti bombardieri quadrimotori per impiego strategico: il "Short Stirling" fu il primo di questo tipo costruito in Gran Bretagna, mentre gli USA produssero il migliore B-17 o "Fortezza Volante", che fu in effetti il primo moderno bombardiere a lungo raggio, seguito poi dal B-24 "Liberator", ambedue dotati, fra l'altro, di progrediti sistemi di navigazione e di puntamento. I bombardieri strategici britannici, ma specialmente americani, avrebbero avuto un grande ruolo nella guerra che si stava avvicinando.

L'aeronautica sovietica, costituita praticamente negli anni 1924-25, all'inizio degli anni '40 disponeva di aerei quasi tutti superati o che stavano per esserlo. La maggior parte dei velivoli in dotazione ai reparti da caccia era costituita dai J-16, biplani noti con il nome di "Rata", impiegati nella guerra di Spagna (vel. max. 525 Km/h, armamento 2 cannoni da 20 mm. e 2 mitragliatrici da 7, 62 mm.), i rimanenti erano J-153 e J-15, lenti biplani di legno rivestiti di tela. I reparti da bombardamento disponevano principalmente dei "Tupolev SB2" (vel. max. 424 Km/h, armamento 4 mitragliatrici e 600 Kg. di bombe. Esistevano anche i vecchi quadrimotori risalenti al 1931 "Tupolev TB3" (vel. max. 215 Kmlh e capacità di carico 2200 Kg. di bombe). Il bombardamento strategico, nel senso occidentale della parola, era escluso per mancanza di aerei adatti. Infatti, per tutta la durata della Seconda Guerra Mondiale, non vennero mai lanciati, da parte dei sovietici, attacchi aerei su obiettivi industriali, nodi stradali o ferroviari o grossi centri urbani.

La tecnica delle comunicazioni e lo sviluppo dell'elettronica.

L'invenzione delle "valvole termoioniche" (diodo e triodo) con le relative innovazioni della "sintonizzazione" delle frequenze, la "modulazione" e l'"amplificazione" delle onde hertziane, avevano reso pratiche la radiotelefonia e la radiofonia che si diffusero in ogni parte del mondo e, ovviamente, vennero usate anche dai militari durante la Prima Guerra Mondiale, specialmente sul mare. Per inciso si può dire che la "guerra nell'etere" era già incominciata nel 1905 quando, durante il conflitto russo-giapponese, alcuni radiotelegrafisti della flotta russa intercettarono le emissioni radio giapponesi: chiesta l'autorizzazione di "disturbare" le trasmissioni, ricevettero un rifiuto da parte dell'ammiraglio Rodzevenskij che probabilmente non si rese conto del vantaggio che ne avrebbe tratto.

Un'altra innovazione, già impiegata durante la Prima Guerra Mondiale, era stata quella del "radiogoniometro", uno strumento che permetteva di individuare con precisione da che direzione proveniva un'emissione radio di una nave o di un velivolo; per determinare facilmente la posizione di questi, bastava ricevere con due stazioni radiogoniometriche i segnali radio da essi trasmessi. Og-

gi, a bordo delle navi e degli aerei, il radiogoniometro e la radio-bussola permettono, sfruttando la rete dei radiofari, la navigazione senza visibilità.

Fra le due guerre, le apparecchiature radio furono rese più piccole, più facili da sintonizzare, più robuste, in grado di essere trasportate su veicoli in movimento, consentendo un gigantesco balzo in avanti nelle comunicazioni di tutte le forze armate. Chiaramente, efficienti apparecchiature radio furono di ancor maggiore importanza in aviazione Poiché l'equipaggio di un aeroplano era sempre in pericolo durante il volo al buio e in cattivo tempo e su un terreno poco conosciuto; i segnali luminosi da terra – di molte limitazioni – furono sostituiti da ripetuti segnali radio inviati da stazioni lungo le rotte aeree.

Nei tardi anni venti vennero create stazioni a terra in grado di parlare con aeroplani che volavano sopra di loro e indicarne la posizione e, ancora più utile, furono costituiti dei sistemi di segnali radio paralleli, diretti lungo rotte stabilite in modo da avvisare i piloti quando deviavano dalle loro direttrici di volo.

Perfezionamenti ugualmente significativi vennero effettuati anche ai telefoni e telegrafi da campo. Non soltanto le apparecchiature divennero più affidabili ma la loro capacità di traffico fu notevolmente aumentata dai cavi multicanale che poterono essere posati da veicoli a motore alla velocità di oltre 100 Km. al giorno. Simultaneamente, lo sviluppo delle telescriventi negli anni venti, negli Stati Uniti, Gran Bretagna e Germania, resero l'invio e la stampa dei messaggi un tipo di operazione molto più veloce. Le linee di trasmissione ebbero anche un altro vantaggio particolarmente vitale nell'ambito militare: esse erano sicure perché, a meno che il nemico non riuscisse ad inserirsi nei cavi, le comunicazioni non potevano essere intercettate; l'intercettazione era comunque un'attività che ogni nazione svolgeva.

Apparecchiature di sicurezza nei telefoni – denominate "scrambler" – per confondere le parole di un colloquio lungo la linea senza però alcun effetto per l'ascoltatore, furono un aiuto marginale perché potevano essere facilmente rese inoperanti. Apparve anche la prima macchina cifrante: nel 1923, il tedesco Arthur Scherbius inventò e mise in vendita una macchina – che venne poi conosciuta con il nome di "Enigma" – destinata a mantenere segreta la corrispondenza. In sintesi, questo apparato, alimentato da batterie elettriche, era costituito da una tastiera di macchina dattilografica e da un quadro ripetitore. Quando l'operatore batteva, ad esempio, la lettera A, si illuminava sul quadro un'altra lettera che era quella effettivamente risultante, ma a una seconda battuta della lettera A non emergeva nuovamente la lettera di prima, bensì un'altra, e così via. Le lettere risultanti venivano inviate per radio al destinatario, anch'esso dotato di un "Enigma" sulla quale, per leggere in chiaro il messaggio si eseguiva l'operazione inversa.

Tutto era pertanto abbastanza agevole per i due comandi collegati, grazie al fatto che entrambi conoscevano la chiave cifrante corrente. Essa era data dalla posizione iniziale di tre rotori interni all'"Enigma" (poi aumentati a cinque ed oltre) connessi tra loro e sulla cui superficie erano impresse le lettere dell'alfabeto. Da tale punto di partenza i rotori si muovevano sotto l'impulso elettrico determinato dalla battuta di una lettera, producendo un'altra lettera e raggiungendo una nuova posizione reciproca da cui iniziava la successiva operazione. La macchina poteva essere ulteriormente sofisticata cambiando o aumentando i

rotori, ciò che fu effettivamente fatto in guerra, così da rendere ancora più arduo il lavoro degli eventuali decrittatori nemici. Questi ultimi, per interpretare la chiave cifrante, avrebbero dovuto individuare le intensità di tutti gli impulsi elettrici, anch'esse variabili con lo spostamento degli allacciamenti a spina, e gli infiniti possibili allineamenti tra i rotori, indagando su qualcosa come 160 trilioni di combinazioni.[11] Inspiegabilmente, poiché la macchina era in libera vendita ed era stata anche esposta al Congresso Internazionale dell'Unione Postale del 1923, soltanto la piccola Marina tedesca lo adottò nel 1926. Subito dopo entrò in uso presso tutte le forze armate germaniche, il corpo diplomatico e molte altre istituzioni statali per nascondere una massa di comunicazioni segrete. In questo modo le comunicazioni radio erano sicure, così almeno ritenevano i tedeschi e i giapponesi che avevano adottato una macchina similare.

Di ancor maggiore importanza di qualsiasi altro progresso nella tecnologia delle comunicazioni fu l'idea della televisione, che fu per la prima volta proposta come realizzabile dall'inventore inglese A.A. Campbell Swinton, nel 1906. La giusta via fu trovata nel 1923, quando il russo-americano Vladimir Zworykin presentò il tubo a raggi catodici; questo aveva la capacità di "sparare" elettroni su di uno schermo foto-elettrico luminescente per produrre un'immagine, non necessariamente una figura ma anche un impulso radio od altri fenomeni elettrici. Con l'esistenza del tubo a raggi catodici, fu soltanto una questione di tempo per realizzare la televisione commerciale, dopo di che ne furono affrontati altri usi, sia militari sia civili. Di quelli in campo militare, e in particolare in quello aeronautico, nessuno fu di maggior importanza di quello della sua incorporazione nelle apparecchiature radar.[12]

L'invenzione del *RADAR* rappresentò una pietra miliare nella storia della tecnologia.

Il nome a questo congegno fu attribuito, nel 1943, dal Comitato angloamericano per le Ricerche Elettroniche come acronimo di "Radio Detection And Ranging" (Rivelazione e calcolo della distanza per radio), parola che si legge nello stesso modo dal principio e dalla fine e questo rende bene il concetto degli impulsi che vanno e dell'eco che ritorna.

Il radar ha fornito un occhio elettronico che può vedere nell'oscurità, nella nebbia o attraverso le cortine di fumo; esso può scoprire l'avvicinarsi di un aereo, di una nave o di un veicolo a distanze molto maggiori di quelle che può coprire l'occhio umano, può dirigere il fuoco dei cannoni quando la scarsa visibilità non consente di sparare; può infine rivelare la topografia di zone che non sono familiari a chi naviga per mare o per aria.

Un radar è costituito essenzialmente da un trasmettitore, un ricevitore, un'antenna ed uno schermo o indicatore. Il suo principio di funzionamento è noto: il trasmettitore emette un impulso di energia elettromagnetica tramite l'antenna altamente direzionale, impulso che si dirige soltanto nella direzione in cui l'antenna è puntata. Se lungo il suo percorso tale impulso incontra un bersaglio, ad esempio un aeroplano, esso rimbalza indietro, o meglio, viene riflesso e ri-

---

[11] A. Santoni: "Il vero traditore"-Mursia, Milano, 1981 pp. 10

[12] K. Macksey: "Tecnology in War" – Arms and Armour Press Ltd., London, 1986 p. 108

torna verso il ricevitore. Il tempo che intercorre fra la trasmissione dell'impulso e la ricezione dell'eco di ritorno viene misurato da un apposito dispositivo sito nell'apparato stesso e poiché si sa che le onde elettromagnetiche viaggiano alla velocità di 300.000 Km. al secondo, è facile venire a conoscere a quale distanza si trova quell'aeroplano. L'operatore può leggere così sullo schermo del radar sia la distanza del bersaglio, sia la sua direzione (rilevamento).[13]

Contrariamente alla diffusa opinione che il radar sia un'invenzione degli inglesi – forse perché essi per primi ne fecero un uso sistematico nella loro organizzazione per la difesa aerea – la sua storia ha radici molto lontane. Nel 1885, il già citato scienziato tedesco Heinrich Hertz aveva dimostrato nel suo laboratorio la riflessione di radioonde da un oggetto metallico. Nel 1903, l'ingegnere tedesco Christian Hulsmeyer brevettò un sistema per rivelare navi e ostacoli alla navigazione per mezzo della riflessione di radioonde, ma la portata del suo apparato non superava il miglio e pertanto non ebbe successo. Molto prima di iniziare i suoi esperimenti di radiolocalizzazione, già nel 1922, Marconi aveva accennato alla possibilità teorica di rilevare oggetti metallici a distanza in una conferenza tenuta negli Stati Uniti all'Institute of Radio Engineers. Da allora, molti ricercatori continuarono a lavorare con l'eredità dei loro predecessori aggiungendovi sempre nuove scoperte. Alcuni precorsero il loro tempo; la tecnica strumentale non era in grado di seguirli, era ancora troppo poco sviluppata per poter tradurre in pratica le loro audaci teorie. Però, gli anni tra il 1920 ed il 1930 portarono proprio nella radiotecnica e nell'elettronica un potente progresso e in pochi anni fu conquistato in molte nazioni il nuovo mondo delle onde corte. Ancora una volta, un settore fino ad allora sconosciuto dell'ampia gamma delle onde elettromagnetiche si riempì di scoperte sorprendenti.

Il dottor Rudolff Kuhnold, direttore scientifico del NVA (Nachrichten-Versuchs-Anstalt: Istituto Esperimenti Mezzi d'Informazione) della Marina germanica, dal 1929 si occupava della localizzazione per mezzo del suono sulla scorta degli studi di Hulsmeyer. Il suo problema era quello di realizzare un trasmettitore (funkmess) della potenza necessaria a raggiungere lunghe distanze. Nell'estate del 1933, un giovane studente di fisica, Walter Bachman, gli segnalò che la Philips olandese aveva prodotto un "magnetron", un tubo con il quale si potevano produrre vibrazioni elettromagnetiche ad altissima frequenza e con una potenza notevole. Acquistati alcuni esemplari, nel gennaio 1934 fu fondata a Berlino la società GEMA, avente lo scopo di creare uno strumento in grado di riflettere le onde elettromagnetiche. Nel marzo l'impianto, dotato di trasmettitore, ricevitore ed antenna (quest'ultima inventata dal fisico giapponese Yagi e che ancora oggi si trova sui tetti delle nostre case per ricevere la televisione) venne messo in funzione nel porto di Kiel e le onde riflesse dalla vecchia corazzata "Hessen", ancorata a 600 metri di distanza, vennero nettamente captate; in ottobre, il "funkmess" localizzò una piccola imbarcazione di 50 tonnellate per esperimenti alla distanza di 12 Km. e contemporaneamente un aereo che volava a 700 metri di quota e 10 Km. di distanza. La marcia del radiolocalizzatore tedesco era incominciata.

Nel 1935, anche la Telefunken costituì uno speciale reparto dedicato al

---

[13] M. De Arcangelis: "La guerra elettronica"-Mursia, Milano, 1981 p. 42

"funkmess" che venne denominato convenzionalmente "Seetakt" (battitore marino), meglio conosciuto con la denominazione ufficiale, ma non tecnicamente rispondente di De. Te. (Decimeter Telegraphen: Telegrafo Decimetrico), che aveva lo scopo di nascondere il vero fine dell'apparato.

La Telefunken e la GEMA costruirono due apparati: la prima il "Wurzburg" e la seconda il "Freya", destinati alla difesa aerea elettronica tedesca. Il primo avvistamento era affidato al "Freya" (portata 150 Km.) che forniva distanza e azimut del bersaglio ma non la quota; questa veniva indicata, insieme con altri dati, dal "Wurzburg" (portata 70Km).

Nel 1937, un "Seetakt" venne installato sulla corazzata "Graf Spee" e divenne il primo apparecchio operativo montato su di una nave. Nel dicembre 1939, nell'estuario del Rio della Plata, il "Seetakt" localizzò i tre incrociatori britannici "Ajax", "Achilles" ed "Exeter" e fornì, durante il combattimento, dati precisi sulla distanza dei bersagli fino a quando un colpo nemico l'ebbe reso inutilizzabile. Nell'agosto 1939, un dirigibile Zeppelin, dotato di radiolocalizzatore, sorvolò, al di fuori delle acque territoriali, la costa orientale dell'Inghilterra per una lunghezza di 180 Km. ad una distanza fra i 20 -40 Km. Scopo della missione era quello di raccogliere informazioni sul funzionamento radar inglese. Sfortunatamente per i tedeschi, che avevano iniziato a captare le emissioni delle apparecchiature inglesi, un aereo di linea dell'Imperial Airways avvistò il dirigibile, avvertì le stazioni inglesi dell'insolito incontro e queste interruppero le irradiazioni. Ambedue le parti, comunque, si resero conto reciprocamente dell'esistenza dei radiolocalizzatori.

In Francia, nel 1933, il professor Branly, studioso di radiotelegrafia senza fili, progettò un dispositivo elettrico in grado di rilevare le presenza di ostacoli che fu costruito dalla Société Francaise Radioelectriques e venne denominato "radiocchomètre".

Venne montato sul transatlantico "Normandie" per segnalare, durante la navigazione notturna, la presenza di icebergs; aveva una portata di 2 Km. e permetteva di avvistare oggetti in movimenti. Nel 1935, un gruppo di scienziati realizzò un'apparecchiatura più avanzata, il "Detection elettromagnetique", che creava uno sbarramento aereo di onde elettromagnetiche irradiato da una stazione in direzione di un'altra stazione ricevente, allineata ad una distanza fino a 100 Km. Una decina di questi radioecometri furono acquistati anche dall'Aeronautica italiana per segnalare ostacoli sulle pista d'atterraggio in caso di scarsa visibilità.

In Italia, il professor Ugo Tiberio, del Regio Istituto Elettro Comunicazioni, con sede presso l'Accademia Navale di Livorno, iniziò gli esperimenti per la messa a punto di un "Radio Detector Telemetrico" e, fra il 1936 ed il 1940, riuscì a conseguire diversi ed apprezzabili risultati tecnici, costruendo delle apparecchiature che, alla vigilia del conflitto, avrebbero consentito alla Marina di disporre potenzialmente dei necessari strumenti di rilevamento per condurre un diverso e inedito sistema di guerra marittima che, con maggior impegno di energie morali ed economiche, era suscettibile di immediata utilizzazione operativa. L'Italia, grazie al personale impegno di un ridottissimo gruppo di scienziati e tecnici, aveva ottenuto un ottimo posto nella gara per il progresso e lo sviluppo della radiotelemetria, ma non aveva dato a tale disciplina il necessario

credito, un adeguato sostegno e l'indispensabile interesse militare per una serie di strani incomprensibili e ingiustificati motivi.[14]

Anche negli Stati Uniti le ricerche sulla radiotelemetria iniziarono negli anni venti e precisamente da due ingegneri, A. Hoyt e Leo C. Young, che si ispirarono alla conferenza di Marconi nel 1922 e costruirono un radiorilevatore con il quale accertarono una deviazione di onde radio dovuta per rifrazione e causata da un piccolo piroscafo che navigava sul fiume Potomac. Fu soltanto nel 1930 che le autorità federali si interessarono all'argomento incaricando delle ricerche il "Naval Research Laboratory" ed il "Signal Corps Laboratory", rispettivamente della Marina e dell'Esercito, che lavorarono in cooperazione. Dopo diversi esperimenti con risultati positivi, nel maggio 1937 venne realizzato il primo radiolocalizzatore, il mod. S. C. R. 268 (Signal Corps Radio 268) che dimostrò la sua validità intercettando un aereo in volo. Per l'impiego navale, l'apparecchiatura venne montata nel 1938 sulla corazzata "New York" che, grazie alla quale, vinse tutte le gare di tiro, al punto che il comandante la squadra navi da battaglia propose di generalizzarne l'installazione su tutte le corazzate dell'U. S. Navy. Nel 1939, gli Stati Uniti disponevano di radiotelemetri per impiego navale, aereo, costiero e antiaereo.

In Gran Bretagna, gli studi e le ricerche per realizzare un radiolocalizzatore erano stati iniziati nel 1933. La presa di potere di Hitler preoccupò non poco i responsabili britannici che diedero immediatamente inizio al potenziamento della preparazione militare. In questo contesto, il professor Tizard, dell'ARC (Aerial Research Commission: Commissione Ricerche Aeronautiche), incaricò il professor Robert Watson-Watt (pronipote del celebre James Watt, dal quale prende nome l'unità di misura della potenza elettrica) di progettare un'apparecchiatura di difesa contro attacchi aerei. In breve tempo (nel febbraio 1934), il professor Watson-Watt presentò alla Commissione una relazione su quanto era in grado di realizzare: un'apparecchiatura che poteva misurare distanza, direzione e altezza di uno o più aerei in avvicinamento. Inoltre considerava il fatto che, con questo metodo, non si dovevano rilevare gli aerei amici, pertanto una trasmittente a bordo di questi avrebbe dovuto rispondere all'impulso di richiesta e con un determinato segnale, che gli aeroplani nemici naturalmente non avrebbero avuto, distinguendo così amici e nemici. Infine, con un buon collegamento radio con i caccia, questi avrebbero potuto essere guidati senza perdita di tempo nella miglior posizione d'attacco contro i bombardieri nemici. Era quindi un sistema comprensivo di diversi componenti. Nel gennaio 1935 il progetto venne approvato e furono stanziate 10.000 sterline(all'inizio della guerra la somma stanziata arrivò a 10 milioni di sterline).

Watson-Watt mantenne tutto quanto si era impegnato a realizzare. Il primo apparato di ricerca, chiamato R. D. F. (Radio Direction Finding) fu installato, nel marzo 1935, su di una torre in traliccio metallico alta cento metri e dotato di un'antenna di rilevamento che consentì di localizzare aerei in avvicinamento a grande distanza. Nel settembre 1935 venne autorizzata la costruzione di una catena di torri fra Southhampton ed il Tyne per un totale di 20 stazioni RDF iniziali, che venne chiamata "C. H. - Chain Home". Ogni RDF aveva un raggio d'azio-

[14] N. Arena: "Il Radar"-STEM-Mucchi, Modena, 1976 p. 20

ne di circa 60 miglia (90 Km.) in profondità e circa 15.000 piedi (5.000 metri) in altezza. Nel 1938 fu realizzata una seconda linea di avvistamento più interna, la "Chain Home Low (C. H. L.) destinata all'avvistamento a bassa quota, che andava da Dover alle isole Shetland, cui fece seguito un terzo sbarramento più interno inteso a proteggere le zone industriali.

Il passo successivo fu quello di risolvere il problema di raccolta ed elaborazione dati. Solo coordinando le informazioni fornite dai RDF e da altre fonti; e rappresentandole su di una carta topografica, si sarebbe potuto applicare quella regola dell'economia delle forze che è sempre stata un cardine della guerra. Se si fosse utilizzato il RDF semplicemente come un cannocchiale di portata maggiore di quelli ottici e capace di vedere al buio e nella nebbia, si avrebbe avuto l'esempio di un nuovo potente strumento impiegato al di sotto delle sue possibilità. Si costituirono quindi i centri di intercettazione regolata da terra, "Ground Controlled Interception" (G. C. I.) Nel 1938, le apparecchiature radar erano molto progredite rispetto alle precedenti ed avevano consentito di ridurre le dimensioni delle antenne che, essendo più piccole, potevano essere montate su supporti girevoli e motorizzate: come i riflettori delle unità fotoelettriche, le antenne radar erano ormai in grado di "spazzare" il cielo, a quel tempo, al ritmo di circa un giro al minuto. Il miglior sfruttamento di questo tipo di antenna lo si ottenne facendo ruotare la base insieme all'antenna vera e propria e indicando gli "echi" come punti fortemente luminosi, su uno schermo in cui la fluorescenza manteneva a lungo la luminosità dei segnali; si ebbe in questo modo un indicatore di posizione planimetrica (P. P. I. – Plan Position Indicator) in cui la posizione del radar era al centro e le distanze dei vari bersagli si misuravano lungo i raggi. Infatti, il pannello elettronico tracciava tanti raggi di cerchio, ognuno dei quali corrispondeva ad un impulso lanciato dal radar. Quando arrivava un eco, il segnale relativo veniva immesso sul circuito di griglia del tubo catodico e per un istante il flusso elettronico si rinforzava tracciando il punto luminoso nella direzione del bersaglio, distante dal centro del cerchio di una lunghezza proporzionale alla sua distanza dal radar, fornendo così all'operatore tutti i dati rilevati.

Nacque così quel sistema di elaborazione delle informazioni che, debitamente migliorato e automatizzato, funziona ancora oggi in tutti i paesi, sia per la difesa aerea del territorio, sia per il settore separato, ma contiguo, del traffico aereo. Per la prima volta la Gran Bretagna fu in grado di raggiungere una determinata incursione e colpirla, anziché mandare in aria una pattuglia e sperare che il nemico vi incappasse.

Infine, nel sistema di difesa vennero introdotte ulteriori innovazioni tecniche; le principali furono l'adozione del VHF (Very High Frequence)per le comunicazioni con gli aerei senza interferenze da parte di estranei; l'installazione a bordo degli aerei dell'IFF (Identification Friend or Foe) per l'immediata identificazione del velivolo e la certezza di avere a che fare con un amico o con un nemico; ed infine l'AI (Airborne Interceptor) piccolo radar installato a bordo di aerei ed usato per la caccia notturna o nella nebbia.

Contemporaneamente alla realizzazione del RDF antiaereo, il professor Watson-Watt approntò un apparato di ridotte dimensioni da installare su di un aereo per la ricognizione e la sorveglianza marittime. Nel 1937 questo venne installato su di un bimotore "Avro Anson" e gli venne assegnato il nome di A. S.

V. (Airborne Search for Surface Vessel); nel settembre le prove vennero effettuate sotto la direzione del professor Edward Bowen, stretto collaboratore di Watson-Watt, e permisero di scoprire le unità della flotta in navigazione nella zona sud-orientale della Scozia; l'esperimento ebbe luogo con visibilità nulla per estesi banchi di nubi, sia durante il giorno sia nella notte, e dimostrò con uguale facilità la possibilità di rilevamento con qualsiasi condizione di luce.

Parallelamente al radar venne sviluppato anche il SONAR (acronimo di Sound Navigation And Ranging: Navigazione e Telemetria per mezzo del suono) che gli inglesi continuarono a chiamare ASDIC (vedi capitolo precedente) per la ricerca antisommergibili.

Dopo ulteriori perfezionamenti, il vecchio idrofono (o Asdic passivo) aveva raggiunto un alto grado di sensibilità, ma gli errori di rilevamento erano abbastanza frequenti poiché la discriminazione del rumore del bersaglio da quello di fondo (rumori del mare e dei suoi abitanti) era affidata esclusivamente all'orecchio dell'operatore. Le marine di diversi paesi – particolarmente la Gran Bretagna, gli Stati Uniti e la Germania – avviarono la sperimentazione di apparecchiature attive di ricerca basate sull'emissione di suoni che, riflessi da un ostacolo immerso, potevano venire ricevuti a bordo della nave che li aveva emessi (praticamente dei radar subacquei). Essendo nota la velocità del suono in acqua (1500 metri al secondo), si poteva calcolare la distanza dell'ostacolo in base al tempo trascorso tra l'emissione e la ricezione.

Nel 1929 la Marina tedesca realizzò uno scandaglio ultrasonoro che consentiva, oltre ai rilevamenti molto precisi del fondale, la localizzazione di un sommergibile che si trovasse sotto la nave.

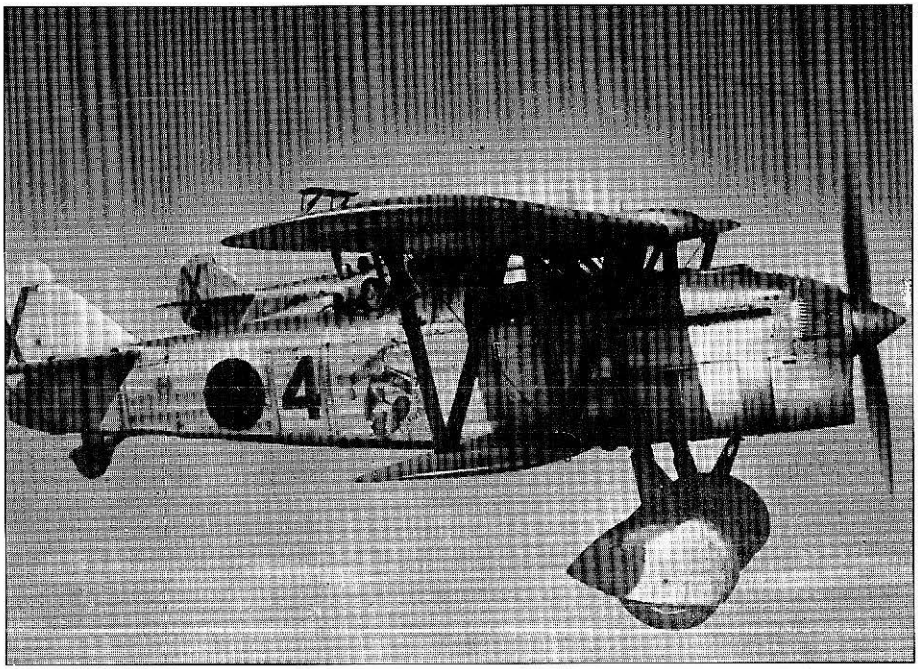
Oltre agli scandagli, in seguito, i britannici e gli americani misero a punto degli ecogoniometri che potevano localizzare un sommergibile in un'area circolare di 2-3000 metri di raggio, con un errore medio di circa un grado. L'apparecchio, sistemato generalmente in chiglia e capace di ruotare di una quarantina di gradi sui due lati della prora, poteva essere utilizzato, in determinate condizioni, anche con velocità dell'ordine dei 20 nodi, a differenza dell'idrofono che ne sarebbe stato disturbato. Successivamente furono messi a punto ecogoniometri panoramici, capaci di ruotare di 360° attorno all'asse verticale. L'ecogoniometro, impiegato in ricezione, fungeva da idrofono consentendo una prima localizzazione lontana dalla sorgente subacquea.[15]

I sonar, sia attivi sia passivi, erano tuttavia condizionati dal comportamento molto variabile del suono nell'acqua. A differenza delle onde radar, che viaggiano sempre alla velocità costante della luce, la velocità del suono nell'acqua varia in funzione della temperatura, della profondità e della salinità. Inoltre, le onde sonore possono essere riflesse dai gradienti di temperatura, sotto i quali un sommergibile può trovare scampo.

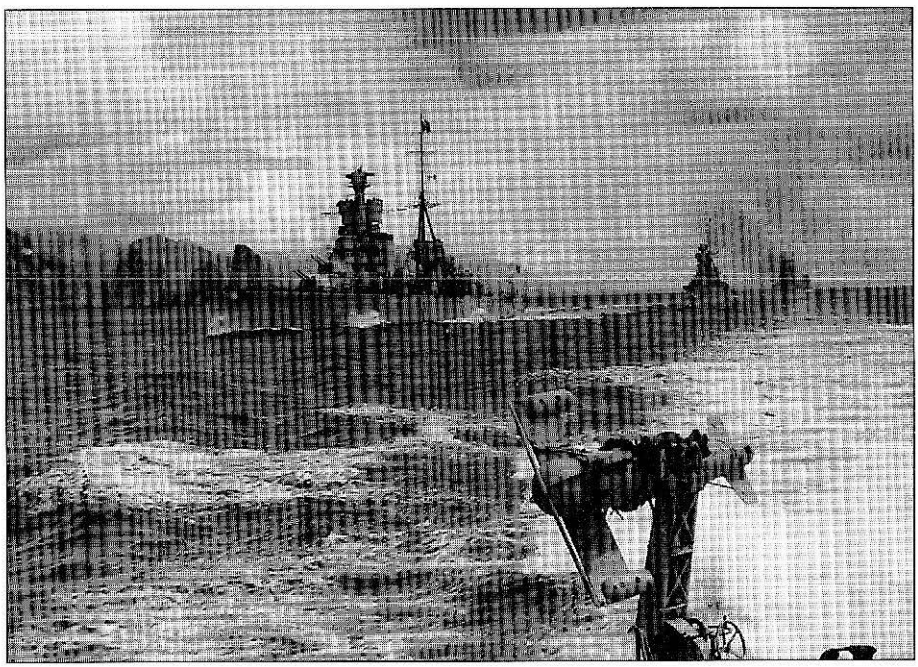
Tutto quanto sopra descritto era in corso di sviluppo per l'uso in terra, sul mare e nel cielo: le loro effettive prestazioni e gli ulteriori progressi si verificarono durante la guerra.

---

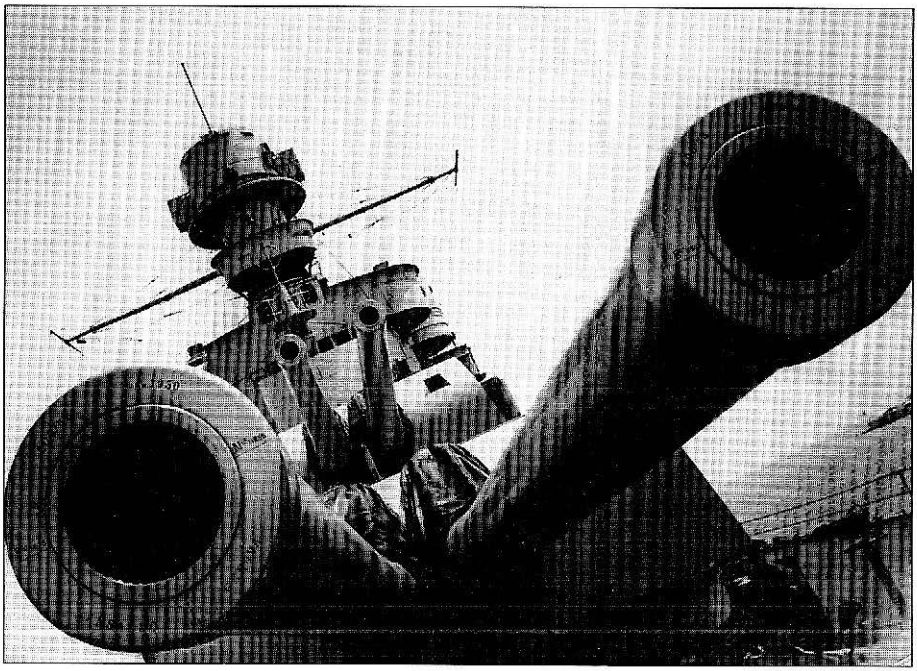
[15] "Storia della Marina" op. cit. p. 1018



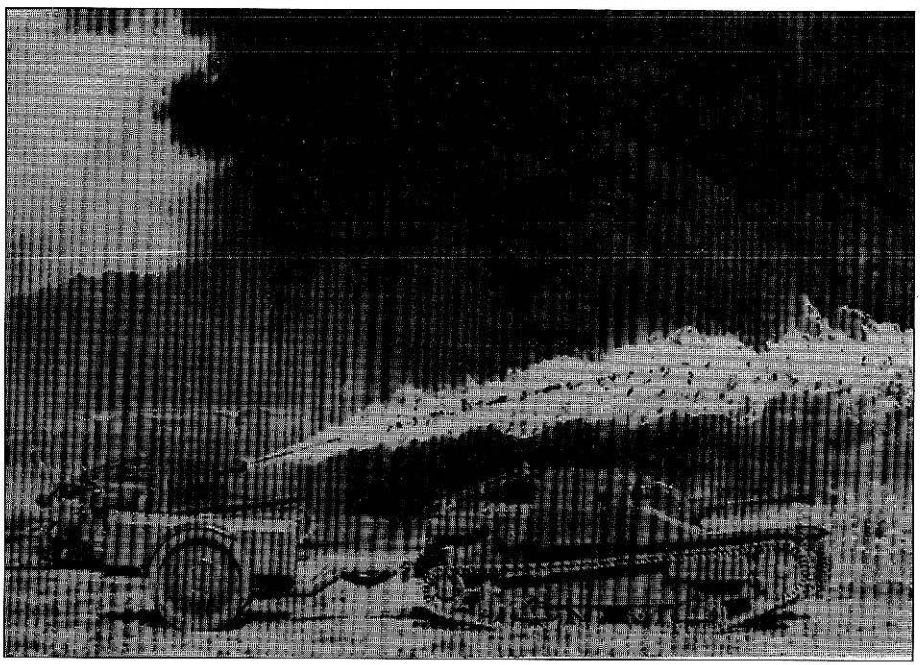
Caccia FIAT CR 32 durante la Guerra di Spagna



Incrociatore "Trieste" nel golfo di Napoli



Artiglieria dell'incrociatore "Zara"



Carro armato L3 lanciafiamme

PARTE
QUINTA

GUERRA FRA CORAZZATI, AEREA E AERONAVALE (dal 1939 al 1945)

Capitolo I

LA PREVALENZA DEL TRIPARTITO

La Seconda Guerra Mondiale – come del resto quasi tutte le guerre – provocò una grande accelerazione della tecnologia militare. Grazie ai suoi sviluppi, ed anche alla potenzialità dell'assalto verticale della guerra aerea, la precedente rigida compartimentazione delle operazioni, navali ed aeree scomparve. La suddivisione del nostro esposto non sarà quindi così netta come nelle parti precedenti.

La guerra tridimensionale moltiplicò le possibilità di combinazioni strategiche e tattiche e il successo in questo nuovo genere di guerra dipese da una sempre più stretta cooperazione della scienza e dell'industria civili da una parte, e dalla competenza militare dall'altra. La vittoria arrise al contendente che poté meglio sfruttare i disparati elementi di questa combinazione e tutte le risorse disponibili.

Gli sviluppi ed i perfezionamenti negli armamenti, trasporti e comunicazioni portarono a vasti cambiamenti nella tattica e nella tecnica di guerra. Tuttavia, l'uomo ed il suo potere raziocinante non cambiarono, come non cambiarono i principi fondamentali che governano l'applicazione della forza ai conflitti umani. Ma sebbene vi fosse molta varietà fra i teatri di guerra e le campagne, le vittorie derivate dalle nuove strategie e tattiche, almeno nel primo periodo. del conflitto, non furono dovute alla superiorità tecnologica di una delle parti. Per fare un esempio, nella campagna di Francia del 1940, i francesi disponevano di carri più numerosi e di migliore qualità di quelli a disposizione della Wehrmacht. Ma le divisioni corazzate tedesche disponevano di una grandissima flessibilità tattica e operativa, tale da essere raramente uguagliata. Probabilmente, questa flessibilità, più che i carri stessi, rappresentò la vera anima del nuovo stile di condotta della guerra. L'abilità tedesca, in termini storici, quando scese in guerra contro le forze combinate della Polonia, della Francia e dell'Inghilterra, fu di essere in possesso di forze terrestri destinate, equipaggiate ed addestrate in modo tale da ottenere rapide e devastanti vittorie. Nettamente superata nelle forze navali e soltanto marginalmente superiore nell'aria, la Germania impiegò le sue risorse militari con tecniche strategiche e tattiche che fecero uso della più avanzata tecnologia.

Il particolare aspetto della Seconda Guerra Mondiale fu il fenomenale sviluppo, con tutte le sue implicazioni, del motore a combustione interna e, secondariamente, della perfezione raggiunta nel campo dei mezzi di comunicazione. Diversamente dal passato, le truppe si mossero, e le battaglie furono combattute, non più a passo d'uomo, ma alla velocità di un veicolo ruotato o cingolato. I massicci attacchi della fanteria, prerogativa della Prima Guerra Mondiale, lasciarono il posto a veloci manovre, controllate via radio, di unità autonome, operanti secondo un piano integrato e strettamente appoggiate dall' aria

e dal mare. Ma il progredire della tecnologia militare portò anche ad un cambiamento radicale della guerra che da scontro di uomini ed armi sui campi di battaglia si trasformò in guerra totale coinvolgendo anche le popolazioni civili.

Tecnologia ed arte militare terrestre.

Nel 1939, durante la campagna di Polonia, l'esercito tedesco, che aveva come punta di lancia sei divisioni corazzate, quattro motorizzate e quattro "leggere" (ossia meccanizzate con contingenti di carri armati), colpì troppo forte e si mosse troppo rapidamente per l'esercito polacco, largamente costituito da fanteria a piedi e di traini a cavallo. I carri tedeschi, concentrati ed in stretta collaborazione con la fanteria, l'artiglieria ed i bombardieri in picchiata, spezzarono qualsiasi opposizione, filtrarono attraverso le brecce create e diffusero una grande confusione quando penetrarono profondamente nelle retrovie avversarie.

La sconvolgente campagna fu una spettacolare dimostrazione dell'impiego del fuoco e del movimento, utilizzando gli ultimi sviluppi delle armi aeree e terrestri. L'applicazione da parte dei tedeschi dei principi dell'offensiva, della sorpresa, della massa e della manovra, fu irresistibile. Formazioni di fanteria motorizzata accerchiarono le demoralizzate unità polacche, isolate dagli sfondamenti, che non ebbero tempo di riprendersi. Apparve così il primo modello di "guerra lampo". I fattori che contribuirono al successo germanico furono la disposizione dell'esercito polacco in un solo cordone difensivo e l'inerzia della Francia e della Gran Bretagna all'ovest, permettendo alla Germania di dedicare l'intera attenzione alla campagna nell'est. Completamente documentata dai cineoperatori, la storia filmata della disfatta polacca fu distribuita in tutta Europa e negli Stati Uniti e si dimostrò una grande arma della propaganda tedesca. Ma molti militari occidentali, sebbene impressionati dalla vittoria tedesca, si convinsero erroneamente che la sua vastità era stata dovuta principalmente all'incapacità difensiva dell'esercito polacco, scarsamente dotato di carri armati e di armi anticarro.

Dopo un periodo di stasi e dopo aver occupato rapidamente la Danimarca e la Norvegia, la Germania, nel maggio 1940, scatenò la campagna sul fronte occidentale invadendo l'Olanda, il Belgio e la Francia. Di fronte alla minaccia dell'allagamento dell'Olanda, alle massicce fortificazioni belghe ed alla formidabile Linea Maginot, i tedeschi optarono di aggirare questi ostacoli sfruttando la sorpresa tecnica. Fecero precedere l'invasione dal lancio di truppe aviotrasportate sui punti chiave alle spalle del fronte, distruggendo così i piani di difesa. Un reparto aviotrasportato catturò il forte belga di Eben Emael impiegando, fra l'altro, un nuovo metodo di distruzione. Intorno al 1880, un chimico americano, Charles Monroe, aveva reso pubblico un concetto che molti altri, fino dal 1800, già sapevano e cioè che potenti esplosivi a forma conica, collocati ad una distanza critica da metallo o cemento, avrebbero concentrato un getto di gas a 9000 metri al secondo con una pressione di 2000 tonnellate per pollice quadrato. La scoperta era stata accolta favorevolmente dai tecnici minerari e, negli anni trenta, era stata proposta come un buon metodo per attaccare i carri armati se la carica fosse stata racchiusa in una camicia metallica cava (come infatti avvenne duran-

te la guerra). Entro poche ore, a Eben Emael, piccole cariche di questo genere, piazzate precisamente, svolsero il compito che, nel 1914, aveva richiesto per parecchi giorni l'impiego dell'artiglieria pesante.[1]

Fu, tuttavia, l'offensiva motocorazzata delle Ardenne che aggirò la linea Maginot e si spinse rapidamente verso il Canale della Manica , che passò alla storia come la "guerra lampo".

La dottrina di guerra tedesca, derivata dall'analisi del conflitto precedente, era stata essenzialmente quella dell'inserimento dei veicoli corazzati e cingolati nei concetti fondamentali della tattica "Hutier" (vedi Parte Quarta, cap. 2°) elaborata dallo Stato Maggiore Generale tedesco sul finire della Prima Guerra Mondiale. Piccoli reparti o gruppi da combattimento di carri e fanteria corazzata su veicoli cingolati dovevano avanzare rapidamente sotto la copertura della loro considerevole potenza di fuoco, appoggiati da artiglieria semovente e con uno stretto supporto aereo con caccia-bombardieri ed aerei in picchiata. Una volta riuscita la penetrazione, i gruppi da combattimento si lanciavano avanti per un immediato sfruttamento, tentando di distruggere o disperdere qualsiasi forza avversaria che incontravano. Facendo il massimo uso delle comunicazioni radio, i comandanti locali sostenevano tali penetrazioni con tutte le risorse a loro disposizione e, nello stesso tempo, tenevano al corrente i comandi superiori. In tutti i reparti si dava importanza all'audacia, alla velocità, all'azione d'urto e alla potenza di fuoco. Al nemico non era concesso tempo per riprendersi o per spostare riserve al fine di chiudere le brecce. L'arma aerea era chiamata per martellare ogni resistenza o per ampliare il successo. Un ben preparato e flessibile sistema logistico campale, manteneva un costante rifornimento di carburante, munizioni e viveri, raggiungendo anche i reparti più avanzati. In senso lato, questo era il tipo di guerra che era stato condotto da Alessandro Magno, Gengis Khan e Napoleone, modificato soltanto nell'uso degli ultimi ritrovati della scienza e della tecnologia. Una divisione corazzata tedesca del 1940 avrebbe facilmente fatto a pezzi l'intera Grande Armèe.

L'esperienza della campagna di Polonia consentì ai tedeschi di perfezionare la loro dottrina di "guerra lampo". Fu così accentuato il principio della massa nella concentrazione dei carri nelle divisioni corazzate e di raggruppamento di queste in corpi. Fanteria e artiglieria sostenevano strettamente i carri con l'artiglieria, spesso direttamente dietro la linea di contatto, che sparava a vista. Forze corazzate leggere e unità d'osservazione aerea erano integrate in gruppi da ricognizione a supporto di ogni gruppo d'armate. Genieri erano sempre disponibili per lavori di scavo e sgombro, sminamento e attraversamento di corsi d'acqua. Armi controaeree erano dislocate in posizioni avanzate e proteggevano i punti di attraversamento dei fiumi ed i nodi stradali più importanti dagli attacchi aerei alleati. Il cannone antiaereo da 88 mm., che aveva dimostrato la sua versatilità in Polonia, fu destinato anche all'impiego contro i carri alleati più pesantemente corazzati di quelli tedeschi. Infine, venne incrementato l'uso delle comunicazioni radio mediante le quali i comandanti a tutti i livelli potevano esercitare un maggior controllo sulle unità subordinate, che non le loro controparti al-

[1] K. Macksey: op. cit. p. 129

leate. Durante l'inverno1939-40, tutte le unità ed i reparti vennero istruiti ed addestrati secondo le nuove tattiche e dottrine.

Certo i tedeschi, con l'offensiva lampo del 1940, si assunsero rischi gravissimi. Avversari competenti avrebbero potuto incapsulare le penetrazioni effettuate dalle punte corazzate nelle Ardenne e la campagna sarebbe stata ricordata nella storia come una disastrosa partita d'azzardo. Come per le vittorie di Napoleone, essa dovette il successo anche alla demoralizzazione degli avversari che, ricordando il ritmo dei conflitti precedenti, non si adeguarono a tattiche tanto travolgenti. La strategia francese era difensiva perché tale strategia aveva trionfato nel 1918. La Francia aveva costruito la Linea Maginot perché non vedeva altra soluzione. In caso di guerra essa riteneva di non fare altro che difendersi, chiedendo il massimo aiuto agli inglesi e sperando nell'intervento degli Stati Uniti. I francesi credevano fermamente che, anche nella guerra meccanizzata, la teoria del vantaggio della difesa di dieci contro uno funzionasse alla perfezione. Non c'è dubbio che con il loro potenziale, sia di uomini sia di mezzi, avrebbero potuto disporre di un numero maggiore di divisioni corazzate e motorizzate di quante ne avessero i tedeschi. Invece, nella primavera del 1940, l'Esercito francese disponeva di tre divisioni meccanizzate di cavalleria; queste ultime avevano soltanto il compito di sfondare linee fortemente organizzate e non di mettere in atto una guerra di movimento, sprovviste com'erano di fanteria meccanizzata e nessuna di esse entrò in guerra completamente armata e addestrata alla cooperazione con le unità di fanteria e con l'aviazione.

Anche l'Inghilterra riteneva che la migliore strategia fosse quella difensiva in attesa di conoscere l'atteggiamento degli Stati Uniti. La dottrina di guerra era rimasta quella di vent'anni prima e cioè l'infognamento degli eserciti dentro interminabili linee di trincee, protette da mine e da filo spinato e non quella dello sfruttamento dell'arma aerea e meccanizzata della metà del ventesimo secolo. La Forza di Spedizione Britannica in Francia fu costituita perciò da uomini appena sufficientemente addestrati ed equipaggiati, sprovvisti di armi moderne, con pochi e lenti carri armati da fanteria e carri leggeri, quasi assurdi, con i quali erano equipaggiati i reggimenti di cavalleria.

La Forza era a corto di cannoni anticarro e delle relative munizioni, di protezione antiaerea e mancava di tutto il necessario non solo per attuare una guerra lampo, ma anche per resisterle.

L'assurdità della strategia francese ed inglese è ancora più evidente se si pensa che proprio in Gran Bretagna e Francia, per la prima volta, tutta la potenzialità delle nuove concezioni in fatto di tecnica bellica era stata capita, illustrata incessantemente attraverso i più diversi canali d'informazione e sperimentata sul campo da studiosi ed esperti di cose militari. Tutto ciò permise alle divisioni corazzate tedesche di raggiungere rapidamente il Canale della Manica e di chiudere in una morsa la Forza di Spedizione Britannica e parecchie unità francesi.

Eppure, nel momento del loro trionfo, i tedeschi non valutarono appieno la tecnologia e si privarono del completo frutto della loro vittoria. Il timore che la riduzione del cinquanta per cento della forza corazzata avrebbe fatalmente indebolito le successive operazioni, provocò il famoso ordine al generale von Rundstedt di fermarsi alla vigilia dell'occupazione di Dunkerque da parte dei suoi mezzi corazzati, salvando così le principali forze anglo-francesi in Belgio.

In effetti, la forza corazzata tedesca non solo era perfettamente adeguata alla prosecuzione delle operazioni, ma era stato trascurato il fatto che un'alta percentuale di veicoli danneggiati avrebbe potuto essere rimessa in servizio mediante lavori di manutenzione e riparazione sul posto. Peggiore di tutto fu l'accettazione, da parte di Hitler, dell'affermazione del maresciallo Göring che la fuga delle forze alleate attraverso la Manica sarebbe stata impedita dalla sola forza aerea, una vanteria assurda date le possibilità degli aerei di quel tempo. Non furono infatti il pur efficace fuoco delle navi e gli attacchi della Royal Air Force che impedirono ai bombardieri tedeschi di svolgere accuratamente le loro azioni. L'effettivo fallimento fu l'impossibilità degli aerei di mantenere una costante presenza in qualsiasi condizione di tempo. La grande maggioranza degli oltre 330.000 uomini anglo-francesi abbandonò le spiagge sotto la copertura della notte e della scarsa visibilità.

È risaputo che le Forze Armate italiane, entrate in guerra nel 1940, erano impreparate a sostenere un conflitto di vaste proporzioni, senza chiari piani strategici, senza una dottrina adeguata ai tempi ma, principalmente, senza una moderna tecnologia. L'Esercito fu quello che soffrì le maggiori carenze. Le divisioni di fanteria – binarie e a piedi – che rappresentavano la stragrande maggioranza, disponevano di soli 127 automezzi (le similari tedesche ne avevano 1000); le divisioni motorizzate ne avevano 531 (le similari tedesche 4000); le divisioni corazzate 581 automezzi e 184 carri leggeri L3 con due mitragliatrici – nel 1941 vennero sostituiti con i medi M da 13 tonnellate con cannone da 47 mm. – (le similari tedesche 4000 autoveicoli e 400 carri, dei quali due terzi leggeri da 6-10 tonnellate con cannone da 20 mm. e un terzo medi da 15-18 tonnellate con cannone da 75 mm.) Le artiglierie, in numero insufficiente, comprendevano in gran parte pezzi obsoleti, retaggio della Prima Guerra Mondiale. I mezzi di comunicazione delle unità erano di corta portata; i reparti di terra non avevano possibilità di comunicare con gli aerei se non con i "teli da segnalazione". Così avvenne che l'Esercito – ma anche la Marina e l'Aviazione come vedremo – dovette sostenere, per oltre tre anni, una durissima lotta in condizioni tali, per deficienza di armi e mezzi, che certamente avrebbero paralizzato altre forze armate abituate ad agire con larghissima disponibilità di risorse di ogni specie. Senza i mezzi e la tecnologia adeguati, nel 1940 l'Esercito fu lanciato in imprese già perdute in partenza in Egitto e in Albania. Ciano, nel suo diario, scrisse, riguardo alla campagna in Africa Settentrionale: "Mai un'operazione militare è stata svolta in maniera tanto contraria al volere dei suoi comandanti."

La Germania invase l'Unione Sovietica con 162 divisioni (comprese alcune dei paesi alleati). L'uso delle divisioni corazzate e motorizzate per avviluppare le forze alleate in Belgio, fornì il modello strategico per l'impiego delle unità mobili e dei nuovi sistemi d'arma durante il resto della guerra. Per realizzare questa strategia i tedeschi aumentarono il numero delle divisioni motorizzate a quattordici e, riducendo il numero dei carri, delle divisioni corazzate a diciannove; ciò aumentò l'elemento della mobilità strategica e diminuì quello dell'offensiva tattica. Per effettuare un movimento strategico aggirante, pianificarono di sfondare il fronte in due punti piuttosto che in uno come in Francia dove il mare fungeva da barriera. I due gruppi di divisioni corazzate e motorizzate dovevano spingersi profondamente nelle retrovie ed alle spalle delle unità sovieti-

che, mentre le divisioni di fanteria a piedi avrebbero marciato sulla scia di quelle corazzate e motorizzate per fornire le forze adeguate a bloccare la ritirata delle divisioni accerchiate dal doppio movimento aggirante.

I tedeschi dovettero fronteggiare condizioni meno favorevoli di quelle che avevano incontrato in Francia. Essi avevano una minore proporzione forza-spazio, che avrebbe facilitato lo sfondamento come nella Prima Guerra Mondiale, ma avrebbero imposto seri problemi logistici e reso più difficile l'accerchiamento di una così grande proporzione delle forze avversarie. Inoltre, una minore proporzione forza-spazio avrebbe aumentato le difficoltà nel bloccare o contenere le forze accerchiate. Anche l'ambiente era difficile. In Unione Sovietica vi erano grandi fiumi con molti tributari. La povertà del paese, come la sua bassa densità di popolazione, significava che i tedeschi avrebbero trovato meno viveri e foraggio, pochi ponti e poche strade e più strade non lastricate, paludi non prosciugate e fitte foreste. Queste condizioni del terreno avrebbero reso difficoltoso, anche se non precluso, il successo delle forze mobili dal quale queste dipendevano per le loro vittorie strategiche decisive.

D'altro canto, la comparazione con la campagna tedesca contro la Francia, a livello tattico, era a favore dei tedeschi poiché quella aveva migliorato la loro già alta abilità, l'esperienza e la competenza dei comandanti e degli stati maggiori. Le deficienze dei sovietici, paragonate a quelle dei francesi, intensificarono il contrasto. Inferiore al francese nella Prima Guerra Mondiale, l'esercito sovietico aveva sofferto una quasi totale dissoluzione come risultato del conflitto e della seguente rivoluzione bolscevica. Quando negli anni trenta i sovietici avevano ricostruito e riarmato il loro esercito, l'alto comando, purgato di un gran numero di alti ufficiali sospettati di inaffidabilità politica, perdette un'alta percentuale dei suoi più esperti e più addestrati comandanti.

I tedeschi dovettero contare sulla loro abilità per superare il predominio sovietico in artiglieria e carri, come i sovietici dovettero aggiungere alla loro tradizionale passione per grandi quantità di pezzi d'artiglieria, un entusiasmo per le forze corazzate. Sebbene molti dei veicoli cingolati fossero di modello obsoleto ed un numero considerevole non fosse pronto per l'azione e richiedesse riparazioni, i sovietici avevano un vantaggio numerico di tre a uno rispetto ai 3500 carri delle armate tedesche che li attaccavano. Le caratteristiche dei molti carri leggeri sovietici li rendevano migliori di quelli tedeschi, ma i tedeschi avevano pochi carri leggeri, essendo due terzi delle loro forze corazzate rappresentati dal Mark III di venti tonnellate. I sovietici avevano in produzione – in servizio nel 1941 un numero ancora limitato – un eccellente carro medio, il T-34. Le caratteristiche di quest'ultimo erano tutte a suo vantaggio rispetto al Mark III. L'inclinazione della sua corazza era molto più acuta di quella dei carri tedeschi ed il proietto del suo cannone da 75 mm. aveva una capacità di penetrazione doppia del proietto del cannone da 75 mm. tedesco a canna corta e un pò di più di quello del cannone da 50 mm. tedesco a canna lunga. Il motore diesel del carro sovietico consentiva il doppio di autonomia rispetto al motore a benzina del carro tedesco e riduceva il pericolo d'incendio. In aggiunta, i sovietici avevano in produzione un carro pesante da 47 tonnellate, il KV-L, con una corazza di spessore di 110 mm., un potente cannone da 76 mm. ma con una velocità di sole ventuno miglia all'ora. Ciononostante, esso aveva più velocità, autonomia,

potenza di fuoco e corazzatura del carro pesante francese che i tedeschi avevano trovato così formidabile e che li aveva spinti ad aumentare la corazzatura dei loro carri ed a montare cannoni più potenti. Ma i sovietici, nel 1941, avevano complessivamente soltanto 1500 fra T-34 e KV-L.

Nella dottrina, i due avversari differivano di poco: i sovietici, come i tedeschi, erano consapevoli che i carri non erano primariamente i sostenitori della fanteria nell'affrontare le mitragliatrici ma la purga di un gran numero di alti comandanti aveva provocato una riorganizzazione delle forze armate sovietiche e quando incominciò la guerra, l'esercito sovietico aveva in atto un'altra ristrutturazione il cui scopo primario era quello di restaurare una disposizione delle forze corazzate similare a quella tedesca. Allo scoppio della guerra i sovietici non avevano ancora completato i cambiamenti e le loro forze corazzate non erano pronte. Ma nonostante i tedeschi avessero invaso l'Unione Sovietica con tre milioni di uomini e con dovizia di mezzi corazzati ed aerei, non erano in grado di conquistare l'intero paese: la sola Russia europea aveva un territorio otto volte più vasto della Francia. Se nel computo della proporzione forza-spazio si includeva anche la parte asiatica dell'impero sovietico – con grossi centri popolati e una potente industria pesante – essa rappresentava un insuperabile ostacolo ad ogni conquista.

Il Gruppo d'Armate centro, dopo una rapida avanzata fino alla cattura di Smolensk, dovette arrestarsi per ragioni logistiche. Benché prelevassero una notevole parte della loro sussistenza dal territorio russo, i tedeschi dipendevano dai veicoli a motore per provvedere le enormi quantità di munizioni e carburante atte a rifornire le truppe. Prima di riprendere l'avanzata, dovevano ripristinare il servizio ferroviario, un compito complicato non solo dalla necessità i ricostruire i ponti ma anche da quella di convertire le strade ferrate russe al più ridotto scartamento tedesco. Il compito si dimostrò più duro del previsto. I reparti del genio ferrovieri – inadeguati in ogni caso – incontrarono ostacoli inaspettati in diverse occasioni, come la sistemazione di serbatoi d'acqua e dei binari di raccordo fra le linee principali e secondarie. Reparti oltrepassati di soldati sovietici armati e l'ostilità dei civili che si trasformò in guerriglia, causarono altri problemi.

Mentre il Gruppo d'Armate Centro guadagnava significative vittorie strategiche, il Gruppo d'Armate Nord fece rapidi progressi avanzando, fino a luglio, più di 700 chilometri. Ma poi l'avanzata verso Leningrado si fermò, non soltanto per ragioni logistiche, ma anche a causa delle particolari difficoltà dell'area di grandi foreste della Russia settentrionale. Qui i carri si dimostrarono così inefficaci che il comando tedesco, nel settembre, ritirò le unità meccanizzate. Senza carri, la guerra nel nord rassomigliò alla Prima Guerra Mondiale ed anche l'eccezionale abilità tattica tedesca non poté conquistare Leningrado contro la determinazione e la disperata resistenza dei russi.

Al sud i tedeschi, con l'aiuto dei loro alleati ungheresi, rumeni e italiani, avanzarono lentamente nonostante il miglior terreno per i carri, contro il gran numero di truppe sovietiche e in agosto raggiunsero il fiume Dnieper. In settembre, l'avanzata su Mosca riprese. Questa, tuttavia, significò lunghe linee di trasporti su strada, una situazione aggravata dal fango delle strade predominantemente non lastricate. Fino a quando la bassa temperatura non solidificò il fango, i trasporti a motore incontrarono difficoltà pressoché insormontabili. E il

ghiaccio, che arrivò ai primi di novembre peggiorò la situazione delle già scarsamente funzionanti strade ferrate, congelando le condotte d'acqua e almeno due terzi delle locomotive tedesche, aggravando così i trasporti stradali.

Ciononostante, i tedeschi si spinsero a poca distanza da Mosca ed oltre il Dnieper a sud. Ma, agli inizi di dicembre, i contrattacchi sovietici lungo l'intero fronte che minacciarono particolarmente i loro fianchi, costrinsero i tedeschi ad assumere la difensiva durante l'inverno ed a cedere terreno ai sovietici che, ritiratisi sulle loro ferrovie intatte, ebbero a disposizione sufficienti rifornimenti ed una migliore mobilità strategica. Le truppe germaniche scarseggiarono di approvvigionamenti per la campagna invernale, una condizione peggiorata dalla incapacità dei loro deficienti trasporti a fornire speciali equipaggiamenti e vestiario.

I tedeschi, nel 1941, avevano dimostrato una superba abilità tattica e operativa che aveva completamente surclassato l'inesperto, spesso incapace, comando delle armate sovietiche; ma incontrarono spiacevoli sorprese causate dal materiale nemico. In un caso, per esempio, un carro KV-L da 47 tonnellate, interrato, dominò la strada usata dai tedeschi per i veicoli di rifornimento; per eliminare questo blocco, spinsero avanti, in successione, una dozzina di pezzi anticarro da 50 mm. , di tripla potenza rispetto al pezzo da 37 mm. che si era dimostrato inefficace contro i carri pesanti francesi, ma il carro sovietico, usando il suo cannone da 76 mm. in torretta e, prima che riuscisse a sparare un solo colpo, eliminò anche il potente ma vulnerabile cannone da 88 mm. Alla fine, i tedeschi riuscirono ad eliminare il carro sparandogli alle spalle, dopo un lungo giro, con un altro cannone da 88 mm. dotato di nuove granade perforanti.

Una produzione accuratamente organizzata permise ai sovietici di rimpiazzare i cannoni ed i carri perduti, nonostante la conquista del nemico di numerose fabbriche, e l'enorme popolazione ancora sotto il suo dominio permise a Stalin di formare nuove armate per sostituire quelle distrutte. La maggior parte degli ufficiali e dei soldati delle nuove forze mancavano di esperienza e di adeguato addestramento, ma i comandanti ad alto livello che avevano sostituito quelli destituiti per le sconfitte, avevano ormai una buona conoscenza del tipo di guerra che i tedeschi avevano perfezionato in Francia e così bene praticato in Unione Sovietica, e ciò ridusse il vantaggio dell'abilità tattica e strategica dei loro avversari. La continuazione delle operazioni durante l'inverno aumentò inoltre le limitazioni logistiche delle armate germaniche. Tutto questo restrinse la profondità della penetrazione tedesca nel 1941.

Nel giugno 1942 i tedeschi ripresero l'offensiva, in particolare sul fronte meridionale, con lo scopo di occupare i campi petroliferi fra il Mar Nero ed il Mar Caspio dei quali avevano estremo bisogno. Nei mesi seguenti le forze meccanizzate fecero notevoli progressi, ma la forte resistenza sovietica limitò la loro marcia; anche il terreno favorì l'Armata Rossa, la topografia montagnosa del Caucaso impedì ai carri di aggirare le roccheforti e un'area altrettanto montagnosa e coperta di foreste fornì un'efficiente protezione ai giacimenti petroliferi di Grozny. Le forze tedesche raggiunsero anche il Volga, nei pressi di Stalingrado, e questo fu il punto della loro maggior penetrazione.

Le comunicazioni svolsero un particolare ruolo nella campagna orientale tedesca. La mancanza di un fronte continuo e la difficoltà dei collegamenti stradali costrinse l'organizzazione di una vasta rete di trasmissioni via telefono, radio

e telescriventi. Questa incorporò anche il recente sistema di "frequenza portante" multicanale: l'invio, via filo, di simultanee modulazioni elettronicamente separate in enorme quantità per far fronte all'intenso traffico. Ragionevolmente sicura, benché soggetta ad interruzioni da parte di sabotatori, questa rete formò la base delle comunicazioni militari senza soppiantare quelle cifrate via radio (ma insicure) usate per lunghe distanze ed attraverso zone infestate da guerriglieri. Nel 1942 furono adottati trasmettitori a fasci di microonde che eliminarono il filo ed aumentarono la sicurezza delle trasmissioni radio.

Nel *Pacifico* la guerra ebbe caratteristiche completamente diverse da quelle in Europa e in Africa. Fu un paradosso che l'assalto del Giappone ai possedimenti americani, britannici e olandesi conseguì grandi vittorie nonostante l'arretratezza tecnologica nipponica rispetto a quella dei suoi avversari, specialmente per quanto riguarda le apparecchiature radar ed i mezzi di comunicazione. Fu una guerra prevalentemente aerea, navale ed anfibia nella quale le forze terrestri cooperarono con l'occupazione e il presidio dei grandi territori conquistati. Il terreno sul quale combatterono si prestò poco alla manovra dei carri e tanto meno di grandi unità corazzate: ecco perché alle cinque campagne iniziali (contro la Malesia, Hong Kong, la Birmania, l'Indonesia e le Filippine) parteciparono soltanto alcuni reparti di una delle tre divisioni corazzate e le compagnie carri delle divisioni di fanteria interessate, ed il loro impiego fu sempre in funzione dell'appoggio alle fanterie. I carri più diffusi furono il carro leggero Tipo 95, del peso di oltre7 tonnellate e armato con un cannone da 37 mm. ed il carro medio Tipo 97 da 15 tonnellate con un cannone da 47 mm. e dotato di piastre corazzate anteriori dello spessore di 50mm.

Per quanto riguarda le armi controcarro, i giapponesi, più che su quelle collettive (un modesto cannone da 47 mm.) puntarono su quelle individuali. La bomba a mano tipo "3" era in grado di perforare una corazza fino a 70 mm. di spessore: consisteva in un tronco di cono (di 12 cm. di base nella versione grande e di 10 cm. nella piccola) contenente una carica cava di 870 o 600 grammi di "pentolite" – costituita da 50 per cento di PETN (pentaeritritolo tetranitrato) e 50 per cento di TNT (trinitrotoluene) – detonata da un congegno a percussione funzionante soltanto se la bomba colpiva una superficie dura alla velocità di almeno 12 mt. /sec.; l'ordigno era avvolto in un sacchetto di seta cui era collegata una coda formata da moltissimi fili di canapa, il cui scopo era di stabilizzarne il volo in modo che questa colpisse il bersaglio sempre con la base più larga. La gittata massima era di 30 metri, ottenuta facendo roteare la bomba impugnando l'estremità della coda per sfruttare la forza centrifuga. La mina magnetica anticarro tipo "99" consisteva in un piatto cilindrico di 12 cm. di diametro, alto 38 mm., contenente 650 grammi di "ciclonite" (trimetilentrinitroammina) e tritolo innescati da due detonatori con una miccia da 8-9 secondi di ritardo accesa a strappo. Il cilindro aveva un rivestimento di tela con quattro tasche laterali racchiudenti altrettanti magneti: questi facevano aderire la mina al carro quando il soldato ve l'appoggiava dopo aver strappato il cordino d'accensione. L'arma era efficace solo contro autoblindo e carri leggeri. Mentre la bomba a coda e la mina magnetica erano armi che davano qualche possibilità di sopravvivenza a chi le impiegava, altre erano suicide. La più nota di queste era la mina "ad asta", chiamata dagli americani "lunge mine", consistente in un imbuto di 20 cm. di

base, innestato su di un bastone lungo 1, 5 metri e contenente una carica cava di quasi tre chili di esplosivo. Il cacciatore di carri doveva togliere uno spinotto che lasciava libera l'asta di muoversi telescopicamente per 5 cm. dentro il manicotto d'innesto dell'imbuto, così che quando picchiava la base della mina contro la fiancata del mezzo corazzato, il bastone colpiva con un percussore l'innesco provocando l'esplosione: questa perforava, a seconda dell'inclinazione, da 100 a 150 mm. d'acciaio, il doppio della corazza di un carro Sherman. In teoria, la carica cava, concentrando gli effetti in avanti, risparmiava il soldato, in pratica le cose dovevano andare ben diversamente. Sicuramente destinati a morire erano i giapponesi che si gettavano sotto i cingoli con uno zaino contenente una decina di chili di esplosivo strappando un accenditore a frizione, oppure si nascondevano in buche nei punti dove presumevano dovessero passare i corazzati nemici, stringendo un ordigno qualsiasi; questo poteva essere una granata d'artiglieria, una bomba d'aereo o da mortaio, detonata mediante un apposito martello, oppure una mina tipo "3-Vaso da Fiori" (2 Kg. di nitrato d'ammonio e tritolo) oppure una modello "93" (900 grammi di acido picrico); infine c'era chi infilava un tubo "bangalore" (contenente 1350 grammi di ciclonite e tritolo), o più tubi avvitati fra loro, nei cingoli del carro, strappando due accenditori a frizione con ritardo di otto secondi.

Nel loro complesso, le armi e gli equipaggiamenti delle forze terrestri giapponesi erano al di sotto dei livelli occidentali in qualità, ma furono in quantità sufficienti per le necessità dell'esercito imperiale e i soldati che le impiegavano furono tenaci e generalmente ben addestrati e ben preparati fisicamente. Più che occuparci della loro tecnologia è opportuno esaminare come la impiegarono adattandola alle loro esigenze.

I soldati giapponesi della Seconda Guerra Mondiale erano abituati a lunghe ore di fatiche e di duro lavoro: il fante si apriva la strada attraverso la giungla, la montagna e costruiva le sue fortificazioni, come testimoniarono i prodigiosi lavori in terra in Birmania, a Guadalcanal e Okinawa. In effetti, la provenienza prettamente agricola del soldato giapponese medio aveva altri vantaggi. Per uomini abituati a portare sulle spalle 80-90 chili di pianticelle di riso non era un problema trainare pesanti equipaggiamenti lungo i sentieri della giungla. I cannoni di battaglione e reggimentali e l'artiglieria da montagna erano trainati a mano e messi in posizione nella giungla: le truppe alleate si trovarono spesso prese di mira da direzioni inaspettate. Gli ufficiali raramente sottovalutavano le capacità dei loro uomini. Le colonne di truppe giapponesi in marcia non presentavano mai un aspetto molto marziale e gli uomini tendevano a camminare piuttosto che a marciare, raggiungendo la loro destinazione nel modo più rapido e meno faticoso. Alle fermate cercavano di sistemarsi il meglio possibile e di raccogliere la legna per scaldarsi e cucinare. Anni di servizio attivo e di addestramento avevano instillato nell'Esercito imperiale un sano rispetto per i risultati piuttosto che per le apparenze. I giapponesi sapevano come vivere sul territorio che percorrevano e come trarre il meglio dall'ambiente che li circondava. Il servizio logistico non inviò mai grandi quantità di generi alimentari dalla madrepatria; le forze di spedizione in Birmania e in Cina si procurarono i viveri con requisizioni sul posto. In zone più remote i giapponesi integrarono le loro razioni di riso con la caccia e la pesca: il pesce fu spesso procurato lanciando

granate nei corsi d'acqua della giungla. Una volta uccisi, la selvaggina o il pesce li cuocevano nella gavetta o su di un pezzo di bambù. Nell'Esercito imperiale non esistevano nè cucine da campo nè cucinieri; ogni uomo era un combattente e ogni uomo era responsabile per la preparazione del suo cibo.

In Birmania e in Indocina la fanteria aumentò notevolmente la sua mobilità utilizzando ogni mezzo di trasporto civile che capitava sottomano. Le strade catramate di queste regioni resero particolarmente utili le biciclette. Le biciclette "liberate" seguirono i soldati in tutte le campagne: alcune registrate a Singapore vennero ritrovate nella giungla di Guadalcanal.

Gli ufficiali giapponesi non si distaccavano mai dalla loro "katana" (la sciabola – impropriamente chiamata spada – da samurai) simbolo della loro autorità: gli ufficiali piloti la portavano nel loro aereo.

Fortunatamente per gli alleati, il soldato medio giapponese non era un buon tiratore: il fucile "Arisaka" non era idoneo al tiro di precisione ma era adeguato alla posizione da accovacciati nella quale si sparava: Questa posizione – praticamente seduto sui calcagni – non faceva formalmente parte dell'addestramento ma era stata adottata sul campo come un naturale adattamento della usuale posizione dei contadini che si accoccolavano per riposarsi o per chiacchierare. A questo riguardo, i giapponesi erano sempre pronti ad adottare ogni metodo vecchio o nuovo che fosse. Per esempio, quando i reticolati impedivano loro di strisciare verso le posizioni alleate ed essi non erano in grado di aprirsi la strada attraverso il filo spinato senza rivelare la loro posizione, adottavano una tattica suicida: uomini precedentemente destinati come tagliafili portavano un pacco esplosivo legato al corpo e se non riuscivano a tagliare i fili o venivano feriti, si gettavano sui reticolati, e facevano esplodere la carica. Questo successe anche nei combattimenti contro i carri quando – come abbiamo suaccennato, molti fanti si trasformarono in armi anticarro viventi.

Ma il soldato giapponese della Seconda Guerra Mondiale verrà ricordato primariamente per la sua tattica offensiva piuttosto che difensiva. La fanteria giapponese vinse la guerra in Cina, Indocina, Malesia, Indie Olandesi e nelle isole del Pacifico – e in seguito la perdette – con attacchi che culminarono con le cariche "Banzai". Questi assalti, che si dimostrarono così efficaci contro i poveramente armati cinesi e le inesperte truppe alleate, furono l'aspetto più rilevante della tattica giapponese. Basati sul concetto del diciannovesimo secolo che una lama d'acciaio poteva competere con un'arma da fuoco, divennero il simbolo della stupidità giapponese. Un nemico ben determinato poteva sempre stroncare un assalto "banzai" con un intenso fuoco di fucileria; l'impiego di armi automatiche o semiautomatiche poteva trasformare tali assalti in un massacro. Quando i giapponesi se ne resero conto e furono costretti alla difensiva, le loro tattiche e le loro armi superate rappresentarono un netto svantaggio anche per soldati coraggiosi e ben disciplinati come erano.

Tecnologia ed arte militare navale.

Negli anni precedenti la guerra, la tecnologia navale, oltre ai già citati progressi nella cantieristica e nelle artiglierie, si era perfezionata anche nella dire-

zione del tiro che era divenuta centralizzata su corazzate, incrociatori e cacciatorpediniere.

Esistevano centrali di tiro elettromeccaniche di notevole precisione e celerità di funzionamento, collegate con telemetri ed apparecchi di punteria generale (a. p. g.) a ottiche antiriflettenti per facilitare l'osservazione e diminuire l'affaticamento degli operatori. Per i telemetri si adottavano tipi a doppio uso – a coincidenza e stereoscopici – e in altri venivano accoppiati strumenti dei due tipi. I telemetri e gli a. p. g. erano dotati di dispositivo per la trasmissione automatica dei dati alla centrale di tiro. I dati corretti per il tiro (alzo e cursore) venivano elaborati in centrale in base alle informazioni trasmesse dagli strumenti già menzionati e da altre apparecchiature integrative.

Un tipo particolare di centrale veniva impiegato per il tiro antiaereo: oltre ad essere caratterizzato da minori ritardi nei calcoli per determinare tempestivamente il "punto futuro" sul quale sparare, esso consentiva la determinazione dell'"angolo di sito", indispensabile per il tiro in quota e consentiva di passare, secondo il bisogno, dal tiro di sbarramento, eseguito sparando su di una linea ideale a cavallo della rotta del bersaglio, al tiro di "inseguimento", cioè mirato contro il singolo aereo. Erano state inoltre studiate "centrali di lancio" che vennero installate sui sommergibili germanici per il calcolo dei dati di lancio dei siluri.[2]

Tutte le nuove tecnologie navali vennero sfruttate a seconda della situazione geostrategica dei diversi teatri di guerra.

Nell'*Atlantico* la guerra non differì molto da quella di venticinque anni prima. Di fronte alla grande supremazia nelle corazzate, i tedeschi non si sforzarono di far scendere in campo una flotta da battaglia, ma usarono le loro grandi navi di superficie nella guerra di corsa. Le incursioni rappresentarono una seria minaccia poiché la grande potenza di fuoco di una nave da battaglia poteva distruggere un numero considerevole di navi mercantili, isolate o in convoglio. La ricerca di queste navi corsare dimostrò non soltanto come la propulsione meccanica e la radio avessero aumentato le proporzioni forza-spazio, ma anche il grado al quale l'aeroplano, con base a terra o sul mare, aveva accelerato il corso degli eventi incominciato quando la nave a vela aveva soppiantato la galea. L'unico grande scontro navale ebbe luogo nel maggio 1941, quando la nuova grande corazzata "Bismarck", dopo aver fatto saltare in aria l'incrociatore da battaglia nemico "Hood", fu affondata dalle corazzate britanniche con la collaborazione dei velivoli di una portaerei.

Sempre nell'Atlantico, la guerra contro i sommergibili fu combattuta giorno per giorno, si può dire senza interruzione, ed il suo esito fu sempre incerto, anche se per i primi due anni risultò a favore dell'Asse. I tedeschi, dopo difficoltà iniziali, dovute a siluri difettosi, si avvantaggiarono dei siluri di nuova concezione che non lasciavano scia e di quelli "ricercatori del bersaglio" che usavano apparecchiature magnetiche e acustiche. Il tipico sommergibile tedesco dislocava 1600-1800 tonnellate e poteva immergersi fino a circa 150 metri, con una velocità in superficie di 16 nodi e in immersione di lO, con un'autonomia di oltre 10.000 miglia.

---

[2] "Storia della Marina" – Fabbri, Milano, 1978, vol. IV pp. 1015 -1016

Ma, come all'inizio della Prima Guerra Mondiale, i tedeschi, con soli cinquantasei sommergibili, non tutti idonei ad operazioni in Atlantico, mancavano della forza per strangolare il commercio britannico e gli inglesi necessitavano di molte più navi scorta per eludere gli attacchi avversari. Ciononostante, nei primi sei mesi della guerra, i germanici affondarono una media di 140.000 tonnellate al mese. Molti dei successi dei sommergibili vennero conseguiti contro navi isolate, quelle che gli inglesi avevano escluso dai convogli perché la loro elevata velocità poteva consentire loro di sfuggire agli aggressori, o quelle troppo lente che, nell'interesse dell'efficienza dei trasporti, l'Ammiragliato aveva escluso dai convogli. Nel marzo, aprile e maggio 1940, le perdite calarono di circa il 60 per cento perché la Germania impegnò molti dei suoi sommergibili per supportare l'invasione della Norvegia. Ma nel giugno di quell'anno, con una forza disponibile di cinquantasette sommergibili, la maggior parte dei quali riforniti ed inviati in mare simultaneamente, le perdite di naviglio mercantile salirono ad oltre 350.000 tonnellate. Altri sistemi d'arma, come navi di superficie, aerei e mine, portarono il totale a circa 600.000 tonnellate. Questa campagna dovette gran parte dei suoi successi ad una nuova strategia dell'ammiraglio Dönitz, comandante dei sommergibili dal 1935, che decise di rispondere alla concentrazione della difesa nei convogli con la concentrazione dei sommergibili. Invece di trascorrere il loro tempo in stazionamento nella speranza che un bersaglio si presentasse da solo, i sommergibili di Dönitz percorsero lunghe distanze in superficie in cerca di prede. Una volta localizzato un convoglio, il sommergibile, traendo vantaggio dalla sua piccola sagoma (e dal cattivo tempo che spesso prevaleva nell'Atlantico settentrionale), lo seguiva a distanza e usava la radio per informare il quartier generale a terra; questo dava ordine ad altri sommergibili – i più vicini – di raggiungerlo e così poteva essere riunito il cosiddetto "branco di lupi" ed impiegato per attaccare il convoglio in modo coordinato. Durante quasi tutta la guerra, nonostante alcuni alti e bassi, questo metodo fu estremamente efficace. In un'occasione, sette sommergibili affondarono, in una sola azione, diciassette navi di un convoglio di trentaquattro che aveva un'inadeguata scorta di sole quattro navi da guerra leggere. Se le relazioni fra la "Luftwaffe" (Arma aerea) e la Marina tedesche non fossero state caratterizzate da contrasti senza fine, l'ammiraglio Dönitz avrebbe potuto usare molti più aerei al fine di aiutare i suoi "U-boote" nella ricerca e nell'attacco dei bersagli.

I tedeschi adottarono anche la nuova ed efficace tattica di attaccare di notte in superficie. Questa fornì ai sommergibili una migliore opportunità di osservazione ed il vantaggio di maggior velocità, quasi il doppio di quella dei convogli. Non soltanto la piccola torretta rendeva il sommergibile difficile da individuare, ma le operazioni in superficie annullavano quasi interamente l'"asdic". Le nuove strategia e tattica provocarono, nel periodo da giugno a ottobre 1940, perdite per 1,5 milioni di tonnellate di naviglio. I tedeschi, inoltre, beneficiarono del fatto di disporre basi anche sulle coste norvegesi e francesi, che consentirono ai sommergibili di compiere viaggi piu corti per raggiungere le rotte dei convogli, aumentando così il numero dei battelli disponibili per gli attacchi. Alcuni sommergibili ebbero a bordo un piccolo autogiro monoposto, con rotore a pale ripiegabili; navigando in emersione a velocità elevata, il sommergibile trainava l'autogiro che si sollevava: l'osservatore godeva di un ampio campo di vista sul

mare e poteva dare per telefono le informazioni su ciò che vedeva.

La miglior arma di difesa antisommergibile fu l'"asdic" (o sonar). Una volta localizzato il sommergibile con questa apparecchiatura, si procedeva ad un attacco con bombe di profondità lanciate da navi da guerra leggere. L'asdic, tuttavia, aveva parecchi importanti svantaggi: nella sua forma passiva possedeva un lungo raggio d'azione ma non era in grado di localizzare esattamente un nemico; nella sua più sofisticata forma attiva era capace di maggior precisione ma rivelava la sua presenza a distanze più lunghe della sua; un altro svantaggio era che poteva ingannare i suoi operatori in varie condizioni di pressione, temperatura e salinità del mare, generando falsi allarmi.

Nel 1941, l'ammontare delle perdite alleate subì alti e bassi, ma nel 1942 le perdite aumentarono decisamente per l'aumento del numero dei sommergibili. All'inizio dell'anno i tedeschi avevano 249 battelli dei quali 91 operativi; alla fine dell'anno ne avevano 212 operativi dei 393 disponibili. La strategia fruttuosa di Dönitz fu ampliata quando entrarono in guerra gli Stati Uniti. Dönitz inviò i suoi battelli – affiancati da un buon numero di sommergibili oceanici italiani con base a Bordeaux – sulle coste nordamericane dove trovarono molte vittime rappresentate da navi isolate. Quando la Marina americana organizzò dei convogli, l'ammiraglio spostò i suoi battelli nel Mar dei Caraibi e poi li concentrò nuovamente sulle linee dell'Atlantico settentrionale, indebolite dalla necessità di fornire scorte alle nuove rotte dei convogli. Più tardi nell'anno inviò ancora sostanziose forze nell'Atlantico meridionale usando nuovi sommergibili a lungo raggio e grossi sommergibili da trasporto che, su appuntamento, fornivano quelli d'attacco di combustibile, siluri e viveri.

Contro questa potente offensiva i britannici risposero con un nuovo mezzo per localizzare i sommergibili: il radar decimetrico aviotrasportato; aiutati da questo apparato, aerei, con base a terra o su navi, potevano individuare i sommergibili in qualsiasi condizione. Una volta localizzato, un sommergibile che non si immergeva con sufficiente rapidità veniva assoggettato al lancio di bombe di profondità da parte dello stesso aereo. Come risposta, tuttavia parziale, i tedeschi prima montarono a bordo cannoni antiaerei e tentarono di reagire, poi svilupparono uno strumento in grado di segnalare al comandante che il suo battello era stato localizzato dal radar. benché ambedue i metodi risultassero abbastanza utili, niente poté restituire al sommergibile la sua precedente capacità d'azione, tanto più che gli inglesi disposero di un nuovo radar con una differente lunghezza d'onda che neutralizzò il rivelatore tedesco.

Nel *Mediterraneo*, il mare e le condizioni meteorologiche favorirono le portaerei, ma la necessità di condurre le operazioni a distanze relativamente brevi dal territorio italiano rappresentò una seria minaccia per gli inglesi data la presenza di aeroplani nemici con basi a terra. Diversamente dalle corazzate, le portaerei – non corazzate – non avevano difesa passiva all'infuori dei compartimenti stagni del loro scafo per proteggerle dalle mine e dai siluri. Le nuove portaerei britanniche avevano il ponte di volo corazzato, ma poche di queste navi erano disponibili nel periodo critico 1940-42. In aggiunta, i britannici raramente ebbero più di una portaerei disponibile per la loro flotta del Mediterraneo; le loro vecchie e lente navi da battaglia – con otto cannoni da 15 pollici – si trovarono di fronte alle vecchie, più piccole ma più veloci navi da battaglia italiane con

10 cannoni da 320 mm. e alle due nuove più veloci con 9 cannoni da 381 mm. Gli italiani però non avevano portaerei.

Le flotte avversarie, tuttavia, non ricercarono primariamente lo scontro diretto, ma furono impiegate per lo più per proteggere le linee di rifornimento dei loro eserciti combattenti in Africa e cercare di attaccare quelle nemiche. Le linee di rifornimento si incrociavano: le britanniche, attraverso il Mediterraneo, per rifornire le loro forze in Egitto, attraversavano quelle italiane che rifornivano le loro forze in Libia. Le due flotte si scontrarono per attaccare e difendere i convogli.

Inizialmente, i britannici ebbero la vecchia portaerei "Eagle" con base in Egitto, gli aerei della quale non ebbero successo contro le navi italiane in navigazione; i bombardieri italiani con base a terra attaccarono le navi inglesi da alta quota, ma soltanto una bomba andò a segno su un incrociatore. Fortunatamente per gli italiani, gli attacchi da alta quota si dimostrarono inefficaci: per la scarsa cooperazione fra Marina e Aeronautica, gli aviatori attaccarono per errore anche la loro flotta.

Una portaerei, tuttavia, compì la più grande impresa della guerra navale in questo teatro di operazioni. L'ammiraglio Cunningham, comandante della "Mediterranean Fleet", nel – novembre 1940, decise di prendere l'offensiva contro la più potente flotta avversaria; per annullare la forte aeronautica italiana pianificò di usare aerosiluranti imbarcati sulle portaerei e di attaccare di notte. Così, lanciando i suoi velivoli lontano dalla terra, la notte dell'11 novembre, una sola portaerei, la "Illustrious", assalì la flotta italiana nel suo fortificato ancoraggio a Taranto; la "Eagle" non partecipò all'azione per avarie. L '"Illustrious", varata nel 1939, dislocava 23.000 tonnellate e aveva a bordo i vecchi biplani aerosiluranti "Swordfish" dotati di siluro da 730 Kg.

Il Comando in Capo della Marina italiana era ben consapevole della possibilità di un attacco al porto di Taranto ed aveva preso le debite precauzioni per proteggere le navi che vi si trovavano. Tali precauzioni includevano la dislocazione in tutta l'area del porto di ventuno batterie antiaeree con 101 cannoni, 84 mitragliere pesanti e 109 leggere, senza contare la difesa antiaerea delle unità. Sebbene forse sufficienti in numero, le batterie erano costituite da armi antiquate e non idonee per il tiro di sbarramento notturno; i ventidue proiettori erano moderni, ma soltanto due di essi erano collegati con le stazioni aerofoniche d'ascolto. Per completare l'apparato di difesa era stato installato uno sbarramento di circa 90 palloni ma, per un caso fortuito, il cattivo tempo durante la prima settimana di novembre ne aveva distrutti 60 e soltanto 27 erano in posizione la notte dell'attacco. Era stato predisposto anche un forte incremento delle reti di protezione subacquea già esistenti nelle basi navali, tuttavia, dei 12. 800 metri di rete parasiluri necessaria per proteggere le navi ormeggiate nel Mar Grande, ne erano stati messi in opera soltanto 4200; altri 2200 metri erano a terra in attesa di essere sistemati. Il comandante Bragadin scrisse poi: "Ma si credeva che gli aerosiluranti britannici potessero lanciare da una quota non inferiore a qualche decina di metri. Da questa quota il siluro, cadendo in mare, prima di trovare la rotta subacquea di regolazione, fa una 'sacca' – cioè sprofonda – di una ventina di metri. Pertanto si riteneva logicamente che, a sventare a priori un attacco aerosilurante in porto, bastasse tenere le navi su fondali inferiori ai quindici metri; e le nostre corazzate, proprio per questo, erano ormeggiate in fondali medi di dodici metri.

Si credeva pure che, data la violenza della reazione che avrebbero incontrato – e che effettivamente gli inglesi incontrarono a Taranto – (fra mitragliere e cannoni furono sparati complessivamEnte 13.489 colpi n. d. r.) , gli aerosiluranti non potessero, o almeno non osassero, lanciare da distanze molto ravvicinate. Perciò si reputava che bastasse proteggere le navi tenendole al riparo di ostacoli naturali o di reti apposite distanti qualche centinaio di metri dagli scafi. Ed infatti le corazzate erano all'ormeggio nell'arco orientale del Mar Grande, in uno specchio d'acqua circondato – a poche centinaia di metri di distanza – dalla costa, dalla scogliera della Tarantola e da tratti di rete protettiva. Infine, tutte le Marine del mondo avevano impiegato, sino ad allora, siluri muniti di congegni esplosivi'a percussione tali cioè da scoppiare solo per urto diretto contro la carena del bersaglio. Perciò si riteneva sufficiente che le reti protettive scendessero fino al maggior pescaggio delle navi, ossia fino a nove metri dal pelo dell'acqua: e tali erano infatti le reti disposte in Mar Grande.

Viceversa, gli aerosiluranti inglesi – ecco la sorpresa tecnica – lanciarono da distanze dell'ordine dei 150 metri, penetrando fra gli sbarramenti di palloni frenati o scavalcando le reti protettive anche dove non si valsero dei varchi esistenti (nei quali del resto si infilarono con una precisione pure ritenuta a quel tempo assai improbabile).

Essi inoltre lanciarono volando a pelo d'acqua e perciò molti siluri fecero un 'sacco' minimo, inferiore ai fondali della zona e poterono mettersi in rotta regolarmente verso i bersagli (Alcuni siluri, peraltro, scesero più a fondo ed effettivamente si insabbiarono).

Infine, i siluri erano dotati di un nuovo tipo di congegno esplosivo, sino ad allora tenuto gelosamente segreto, tale da esplodere per influenza magnetica passando sotto la carena del bersaglio: perciò essi erano regolati in modo da passare anche sotto le reti, dove queste vi fossero od effettivamente c'erano.

In conclusione, le corazzate in Mar Grande erano state protette a sufficienza contro le possibilità e modalità d'attacco aerosilurante che erano note o presumibili fino a quel giorno, ma si trovarono scoperte invece dinnanzi a metodi e congegni nuovi che gli inglesi avevano attuato segretamente e che impiegarono per la prima volta in quell'occasione."[3]

Un altro elemento di sorpresa fu il fatto che la portaerei britannica poté giungere del tutto inosservata fino a 170 miglia da Taranto. Infatti i suoi aerosiluranti avevano un raggio d'azione di 180 miglia e si ritenevaper certo che se la squadra si fosse avvicinata maggiormente, quella italiana sarebbe uscita ad incontrarla. Purtroppo però la Marina non ebbe notizia nè sulla posizione nè sulla rotta delle navi nemiche poiché i ricognitori italiani furono tutti abbattuti dai cacciatori inglesi.

L'attacco si articolò in due ondate con bengala che illuminavano tutta la zona e furono lanciati in tutto 11 siluri: 3 colpirono la moderna corazzata "Littorio" che si posò sul fondo, 1 la "Cavour" che anch'essa affondò e 1 la "Duilio" così gravemente che dovette essere portata ad incagliarsi. I britannici perdettero 2 aerosiluranti.

---

[3] M. Bragadin: "Che ha fatto la Marina?(1940-1945)" Garzanti, Milano, 1957 pp. 62-63

Così, per la prima volta nella storia, le portaerei aumentarono notevolmente il costo della difesa di una base navale riducendo tuttavia la risultante sicurezza. Per coordinare l'azione degli aeroplani e delle navi da guerra, non fu necessario avere soltanto i materiali, le apparecchiature e gli aerei adatti, ma anche piloti particolarmente addestrati e, forse più importante, il giusto tipo di organizzazione. Questo fatto diede ai britannici, che avevano un separato ed integrato servizio aeronavale, un decisivo vantaggio sugli italiani che non lo avevano.

Le portaerei contribuirono ad infliggere un altro rilevante colpo alla Marina italiana quando, il 28 marzo 1941 la flotta, comandata dall'ammiraglio Jachino e composta dalla corazzata "Vittorio Veneto", otto incrociatori e quattordici cacciatorpediniere, si scontrò con la flotta britannica comandata dall'ammiraglio Cunningham e composta da tre corazzate, una portaerei, quattro incrociatori e tredici cacciatorpediniere a Capo Matapan, promontorio meridionale della Morea in Grecia. Durante la battaglia, gli aerosiluranti "Swordfish", decollati dalla portaerei "Formidable", colpirono con siluri la "Vittorio Veneto" costringendola a ridurre la velocità e l'incrociatore "Pola" immobilizzandolo; scesa la notte, gli incrociatori "Fiume" e "Zara", con quattro cacciatorpediniere, si diressero verso il "Pola" per tentare di salvarlo. Ma la flotta britannica, della quale diverse unità avevano il radar, localizzò le navi italiane a 4 miglia di distanza e giunta a 3000 metri aprì il fuoco colpendole con pesanti proietti da 381 mm. mentre navigavano ignare nella notte, non disponendo del preziosissimo apparato. Il risultato fu l'affondamento dei tre incrociatori e di due cacciatorpediniere. Le conseguenze dello scontro di Capo Matapan furono tre: prima, la messa in cantiere dei transatlantici "Roma" e "Augustus" per la loro trasformazione in portaerei con i nomi di "Aquila" e "Sparviero"; seconda, la limitazione della mobilità operativa della flotta entro il raggio di cento miglia dagli aeroporti per garantire la protezione della caccia; terza, l'esclusione di scontri notturni finchè anche l'Italia non avesse posseduto il radar che aveva così palesemente avvantaggiato i britannici.

Il radar favorì in seguito gli attacchi britannici ai convogli italiani di rifornimento alle truppe in Africa settentrionale. I più distruttivi furono quello del 15 aprile 1941 contro il convoglio "Tarigo" a causa del quale vennero affondati cinque mercantili e due cacciatorpediniere; quello del 9 novembre 1941 contro il convoglio "Duisburg" durante il quale affondarono sette mercantili, due cacciatorpediniere mentre tre altri vennero gravemente danneggiati; quello del 12 dicembre 1941 contro due incrociatori, il "Da Barbiano" e il "Da Giussano", che stavano effettuando una missione urgente di rifornimento carburante e che vennero affondati.

Il radar fu anche la causa del fallimento della gloriosa missione dei mezzi d'assalto della Marina Italiana contro Malta: i barchini esplosivi ed i siluri a lenta corsa furono avvistati dai radar LWS(Light Warning Section) delle postazioni del forte Sultan le Jebel a 20 miglia di distanza e tutti distrutti dalle artiglierie e dalle mitragliere della difesa costiera.

Dopo la tragedia di Capo Matapan, il Ministero della Marina italiano riprese in esame i vecchi radiolocalizzatori realizzati fra il 1936 e il 1939 e vennero messi a punto i primi prototipi del "Gufo EC3" per l'avvistamento in mare e del "Folaga" per l'avvistamento costiero. Nel frattempo, la Marina germanica consegnò a quella italiana alcuni esemplari dei "DETE/Fu. Mo. 31". Queste apparecchiatu-

re vennero installate verso la fine della guerra su di una trentina di unità della squadra navale italiana fra le quali tre corazzate, cinque incrociatori, sei cacciatorpediniere e una torpediniera. Tuttavia questo strumento di grande importanza tattica arrivò troppo tardi.

La tecnologia navale italiana si distinse particolarmente con altri materiali. Oltre ai sommergibili "tascabili" – perfezionamento di quelli già progettati durante la Prima Guerra Mondiale – che, nonostante l'impegno degli equipaggi ebbero scarso successo, la Marina impiegò, prima nel mondo, i *mezzi d'assalto*, di costo relativamente basso, ma che richiedevano un elevatissimo grado di addestramento e di abilità, ma specialmente un grande coraggio personale degli operatori e che infersero strepitosi colpi alla Marina britannica con le gloriose imprese di Gibilterra, Alessandria e Creta. Memori delle azioni di Paolucci e Rossetti che, il 1° novembre 1918, penetrando nel porto di Pola con la "mignatta" (una torpedine agganciata ad un propulsore di siluro) avevano affondato la corazzata austriaca "Viribus Unitis", due tenenti del Genio Navale, Teseo Tesei ed Elios Toschi, durante gli anni '30 avevano studiato la possibilità di realizzare dei mezzi speciali, di piccolissime dimensioni ed in grado di penetrare di nascosto sott'acqua nelle basi delle flotte nemiche. Dopo alcuni esperimenti il programma venne accantonato, ma fu ripreso alla vigilia della Seconda Guerra Mondiale. I mezzi d'assalto navale, che in seguito alle successive esperienze subirono diverse modifiche ed evoluzioni d'impiego, furono di tre tipi:

- i "motoscafi esplosivi" (MTM: Motoscafi Turismo Modificati), pilotati da un solo uomo che, trasportati da navi più grandi nelle vicinanze di un porto, dovevano essere lanciati a tutta velocità contro il bersaglio mentre il pilota si sarebbe eiettato in mare qualche istante prima dell'esplosione;
- i "siluri pilotati" (SLC: Siluri Lenta Corsa), costituiti da siluri a propulsione elettrica (velocità 2-3 miglia orarie) con testa esplosiva distaccabile, guidati da due uomini dotati di autorespiratori che si sedevano a cavalcioni e che, trasportati nei pressi dell'obiettivo da un sommergibile, dopo un lungo percorso sott'acqua staccavano la testa, regolata per un'esplosione a tempo prestabilito, la fissavano con le proprie mani allo scafo nemico e cercavano poi di tornare fuori dal porto a cavallo del siluro vettore. Detto per inciso, gli SLC venivano chiamati anche "maiali" perché durante un'esercitazione particolarmente difficoltosa Tesei, vista l'arma sul punto di essere travolta dalla corrente, disse al suo secondo operatore: "Lega qui quel maiale!"Così gli SLC passarono alla storia come i "maiali";
- i "Bauletti", apparecchi esplosivi, trainati a pelo d'acqua da nuotatori dotati di pinne speciali e fissati a scafi nemici alla fonda nei porti.

Gli uomini e i mezzi furono inquadrati in un reparto segretissimo che assunse il nome di " XaFlottiglia MAS", destinato ad ottenere grandi successi, riconosciuti e ammirati – poi imitati – anche dal nemico.

Nell'*Oceano Pacifico*, la portaerei fu la nave da guerra predominante. Nei grandi spazi di quell'oceano, con il clima quasi sempre congeniale alle operazioni aeree, il vastissimo raggio d'azione della portaerei – paragonato a quello della corazzata – la rese la nave di capitale importanza che decise il dominio del Pacifico ed il risultato della guerra. Il comandante Donald Macintyre scrisse poi: "In una guerra iniziata in un modo così spettacolare, il risultato non sarebbe di-

peso dai lenti e superati mostri corazzati che erano stati gli obiettivi dei siluri e delle bombe di Nagumo (Nagumo fu il comandante della squadra giapponese di portaerei che attaccò Pearl Harbor n. d. r.) ma dalle portaerei, capaci di colpire non a 20-30 mila metri di distanza con grandi cannoni, ma a 300 miglia di più con siluri e bombe."[4]

Le portaerei cambiarono anche la natura della protezione delle navi più grandi. Anche con i loro ponti di volo corazzati, le portaerei britanniche, come le loro controparti statunitensi non corazzate, dipesero primariamente dalla difesa attiva delle armi contraeree piuttosto che dalle corazze delle navi da battaglia. Molto più vulnerabili a causa dell'assenza della difesa passiva della corazza, le portaerei guadagnarono in potere difensivo mediante la scorta di altre navi. L'armamento antiaereo dei cacciatorpediniere, originariamente destinati a combattere le torpediniere, aiutò a proteggere le portaerei dagli attacchi dall'aria come lo fece l'armamento antiaereo degli incrociatori.

Le Marine britannica e americana approntarono anche particolari incrociatori antiaerei. In aggiunta, le portaerei imbarcarono anche aeroplani da caccia che aiutarono a proteggerle, insieme alle altre unità, dagli attacchi dei velivoli delle portaerei avversarie.

Come già accennato precedentemente per le forze di terra, anche nel settore navale, nonostante l'arretratezza dei mezzi elettronici e di comunicazione, il Giappone, considerando gli Stati Uniti come il suo eterno rivale, aveva potenziato considerevolmente la sua flotta: nel 1941 questa disponeva di 381 unità di tutti i tipi di navi da guerra, per un totale di 1.270.000 tonnellate, ivi comprese anche le due supercorazzate "Yamato" e "Musashi" di oltre 64.000 tonnellate e armate con nove cannoni da 460 mm., più altri di calibro inferiore, che furono le più grandi navi da battaglia della storia ma che, alla prova dei fatti, risultarono del tutto inutili. Inoltre, il naviglio silurante era stato dotato di uno straordinario siluro da 610 mm. con propulsione ad ossigeno che non provocava scia rendendo praticamente invisibile il suo avvicinamento al bersaglio, avente velocità, raggio d'azione e carica esplosiva superiori a quelli di qualsiasi altro in uso nelle Marine delle altre potenze; a questi era stato abbinato anche un sistema di caricamento rapido dei tubi lanciasiluri, grazie al quale questi ultimi erano messi in grado di effettuare un nuovo lancio in circa cinque minuti. Le caratteristiche di quest'arma – conosciuta come "Mod. 93" e soprannominata dagli americani "long lance" – se paragonate a quelle in uso nelle Marine avversarie, erano impressionanti: diametro Giappone 610 mm. – USA 533 mm. – Gran Bretagna 533 mm.; velocità rispettivamente 49-36, 46-32, 46-30; raggio d'azione in metri 22.000-40.000, 4.000-8000, 3.000-10.000 ; carica esplosiva in Kg. 500, 330, 320.[5]

La Marina giapponese aveva anche fatto costruire un numero imprecisato di sommergibili "tascabili" con il compito di insinuarsi dovunque. Questi battelli, del tipo "A", avevano un dislocamento in immersione di 46 tonnellate, una lunghezza di 24 metri e un motore elettrico della potenza di 600 HP che imprimeva loro una velocità subacquea massima di 19 nodi; l' armamento era costituito da

---

[5] A. Santoni: "Storia generale della Guerra in Asia e nel Pacifico" – STEM MUcchi Modena, 1977 vol. I pp. 44-45

due siluri sovrapposti da 457 mm. e l' equipaggio formato da due uomini. Cinque di questi, il giorno dell'attacco a Pearl Harbor, vennero trasportati da altrettanti grandi sommergibili a 8 miglia dalla base americana e sganciati prima dell'azione degli aerei, ma tre furono individuati da cacciatorpediniere di sorveglianza e distrutti o catturati dopo un cannoneggiamento, degli altri due non si seppe più nulla.

Il punto di forza della flotta giapponese fu tuttavia rappresentato dalle portaerei, grazie all'intuito ed alla preveggenza dell'ammiraglio Isoroku Yamamoto, loro convinto sostenitore, il quale a chi affermava che una nave da battaglia poteva essere distrutta da un'altra nave da battaglia, rispose un giorno che potevano farlo anche gli aeroplani con i siluri. Per questo il Giappone scese in guerra con dieci portaerei contro le sei americane, delle quali soltanto tre si trovavano nel Pacifico: la "Lexington" e la "Enterprise" alle Hawaii e la "Saratoga" a San Diego in California. Yamamoto, Comandante in Capo delle Flotte Riunite nipponiche, quando si cominciò a parlare di guerra contro gli Stati Uniti, decise che la prima mossa da fare fosse quella di eliminare con un solo colpo la flotta americana nel Pacifico in modo da acquistare il tempo sufficiente ad impadronirsi di basi strategiche e di risorse atte a consentire il proseguimento della guerra per qualche anno. Ma conoscendo bene il potenziale industriale americano, essendo stato in precedenza addetto navale a Washington, era convinto che il Giappone avrebbe finito con il soccombere. Il colpo sarebbe stato un massiccio attacco contro la base navale hawaiiana di Pearl Harbor, sferrato con aerosiluranti e bombardieri a tuffo sotto la protezione di un ombrello di aerei da caccia.

Nell'autunno del 1941, dopo l'approvazione dello Stato Maggiore della Marina imperiale, venne iniziata un'intensa preparazione dei piloti navali. I bombardieri in picchiata furono dislocati alla base aerea di Tominaka e vennero addestrati agli attacchi notturni ed alla precisione di mira usando come bersagli delle chiatte trainate. I bombardieri in quota e gli aerosiluranti si addestrarono nella baia di Kagoshima che presentava una conformazione molto simile a quella di Pearl Harbor volando – gli aerosiluranti – ad una quota intorno ai dieci metri. Considerata la bassa quota d'attacco e i fondali di Pearl Harbor non superiori ai dodici metri, i tecnici giapponesi idearono per gli aerosiluri speciali alettoni per evitare il "sacco" di caduta.

Il 25 novembre (26 secondo l'ora giapponese) la flotta d'attacco salpò dalla baia di Tankan, nelle isole Curili. Essa, comandata dal viceammiraglio Chuichi Nagumo, era composta da 31 navi, fra la quali 6 portaerei con a bordo 389 velivoli, due corazzate, tre incrociatori, sei cacciatorpediniere. Alle 6 del mattino del 7 dicembre, le portaerei, giunte a 275 miglia da Pearl Harbor, lanciarono 350 aerei fra bombardieri in quota e in picchiata, aerosiluranti e caccia, che giunsero sull'obiettivo alle 0750 cogliendo di sorpresa gli americani. E su questo desideriamo soffermarci perché la descrizione dell'attacco è stata già fatta in innumerevoli opere. Disponendo di apparecchiature elettroniche d'avvistamento aereo, gli americani avrebbero potuto predisporre una difesa dell'ultimo minuto facendo levare in volo i 152 caccia della base. Ma le cose andarono diversamente. Proprio mentre le pattuglie navali stavano dando la caccia ai sommergibili tascabili giapponesi, alle 0740 il soldato George Elliot, addetto al servizio radar

di Punta Kuhaku, segnalò preoccupato alla base di aver rilevato "un mucchio di aeroplani in arrivo da nord". L'ufficiale di servizio, il tenente Kermit Tyler, ricordando che le portaerei erano fuori e quindi quelli potevano essere aeroplani della Marina e ricordando pure che era in arrivo dalla terraferma un gruppo di grossi bombardieri B17, gli rispose con una frase destinata a diventare tragicamente celebre: "Forget it" (dimenticatene).

Le due ondate di aerei giapponesi arrivarono così indisturbate sulla base e misero fuori combattimento l'intera flotta da battaglia americana del Pacifico con l'affondamento o il grave danneggiamento di 18 navi fra le quali otto corazzate, tre incrociatori e tre cacciatorpediniere e la distruzione di 188 aeroplani ed il danneggiamento di altri 128, con la perdita di soli 9 caccia, 15 bombardieri in picchiata e 5 aerosiluranti. Le due portaerei americane si salvarono perché in mare per normali servizi. L'ammiraglio Nagumo non se la sentì di rischiare un secondo attacco e ordinò alla sua formazione di raggiungere le portaerei che fecero poi rotta per il Giappone. Fu un grave errore perché le attrezzature di riparazione di Pearl Harbor ed i grandi depositi con i serbatoi ricolmi di carburante erano ancora intatti ed ormai virtualmente indifesi e il secondo attacco avrebbe potuto completare l'opera. Senza le officine ed i depositi, la base navale sarebbe stata inutilizzabile per parecchi mesi a venire, costringendo i resti della "Pacific Fleet" a ritirarsi verso la loro base più vicina sulla costa occidentale dell'America, completamente al di fuori dall'imminente zona di operazioni del Pacifico sudorientale.

Due giorni dopo, il 9 dicembre, i giapponesi conseguirono un'altra vittoria nella prima battaglia aeronavale della storia perché fu combattuta da aerei contro navi in movimento e non alla fonda. A mezzanotte dell'8 dicembre, un convoglio nipponico aveva incominciato a sbarcare truppe sulle coste della Malesia. Contro queste forze si diresse una squadra navale britannica composta dalla modernissima nave da battaglia "Prince of Wales" e dall'incrociatore da battaglia "Repulse", con la scorta di quattro cacciatorpediniere, ma senza alcuna protezione aerea. Avvistata da un sommergibile nipponico, furono inviati contro di essa 52 aerosiluranti e 34 bombardieri della base della Marina di Saigon, in Indocina (occupata dai giapponesi nel 1940). In sette ondate d'attacco, i velivoli nipponici colpirono ripetutamente le due grandi navi: la "Prince of Wales" fu raggiunta da sette siluri e due bombe da 500 Kg. , il "Repulse" da 14 siluri e una bomba da 250 Kg. Due ore e mezzo dopo la prima ondata, le due navi colavano a picco. L'abilità tecnica dei piloti giapponesi fu dimostrata dalla percentuale dei colpi messi a segno: il 46 per cento dei siluri lanciati contro la corazzata ed il 41, 2 per cento di quelli lanciati contro l'incrociatore da battaglia.

Il predominio giapponese si manifestò anche nella più importante battaglia prettamente navale di quel periodo, durante l'invasione anfibia delle Filippine, Malesia, Indonesia, Birmania e nella penetrazione dell'Oceano Indiano. Nel febbraio 1942, un'enorme flotta anfibia fu destinata all'invasione di Giava. Essa era composta da due forze: l'orientale disponeva di quarantuno trasporti sotto la scorta diretta di due incrociatori pesanti, due incrociatori leggeri, diciassette cacciatorpediniere e naviglio minore; l'occidentale, composta da cinquantasei trasporti e scortata da una portaerei, cinque incrociatori pesanti e venticinque cacciatorpediniere. Il 26 febbraio, dal porto di Surabaya(Giava), per contrastare

l'invasione, uscì una squadra alleata, l'ABDA(Australian-British-Dutch-American), composta da due incrociatori pesanti, uno americano e uno inglese, tre incrociatori leggeri, uno australiano e due olandesi, e nove cacciatorpediniere. I giapponesi, informati dagli aerei da ricognizione catapultati dagli incrociatori, inviarono ad affrontare le navi alleate una squadra formata da due incrociatori pesanti, due leggeri e tredici cacciatorpediniere.

Mentre le due forze navali nemiche si correvano incontro solcando ad alta velocità le acque del Mar di Giava, la situazione appariva assai più favorevole ai giapponesi.

Infatti, una volta liberatisi dall'onere di proteggere da vicino i lenti convogli dei trasporti, i comandanti giapponesi disponevano innanzitutto di maggiori notizie sul nemico e di uno strumento supplementare per il controllo del tiro, grazie ai velivoli catapultati dagli incrociatori che invece il comandante alleato aveva voluto lasciare a terra in vista di un combattimento che egli presumeva esclusivamente notturno. Altri fattori di vantaggio decisivi per i giapponesi erano l'omogeneità del loro complesso navale che contrastava con l'improvvisazione in campo alleato dove le unità erano persino prive di un codice comune per i segnali, il superiore grado di addestramento e sopratutto l'abilità nella tattica silurante che faceva della Marina imperiale giapponese, in questo campo, la prima del mondo. C'è da notare che gli incrociatori giapponesi, contrariamente a quelli alleati, erano dotati di tubi lanciasiluri.

Dall'analisi della potenza di fuoco sviluppabile dalle due formazioni nemiche, risultava infine il seguente indicativo rapporto. Gli alleati, nell'occasione, mettevano in campo dodici cannoni da 203 mm., venticinque da 150-152 mm. otto da 127 mm., ventidue da120 mm., trentadue da 102 mm., sette da 75-76 mm. ed esattamente cento tubi per siluri da 533 mm. Da parte nipponica si allineavano venti cannoni da 203 mm., quattordici da 269 140 mm., ottantotto da 127 mm., quattro da 7 mm. e ben centocinquantatre tubi per gli enormi e temibili siluri "long-lance" da 610 mm.[6]

Il combattimento iniziò alle 1615 e si sviluppò secondo la tradizionale tattica delle due linee di fila parallele e leggermente convergenti. Ma la linea alleata ben presto si scompaginò per la differenza di prestazioni delle macchine; i giapponesi ne approfittarono scatenando un fuoco violentissimo di artiglieria e lanciando decine di siluri. Il primo ad essere colpito, alle 1708, fu l'incrociatore britannico "Exeter"che, gravemente danneggiato, fu costretto a rientrare a Surabaya sotto la scorta di un cacciatorpediniere olandese; alle 1715 il cacciatorpediniere olandese "Kortenauer" fu centrato da un siluro, esplose e affondò; alle 1730 fu colpito da una granata il cacciatorpediniere britannico "Electra", che affondò; lo scontro continuò con rapidissime accostate delle due squadre che riuscirono così ad evitare le salve dei cannoni e dei siluri. Dopo un'interruzione del contatto dovuto al calar del sole, verso le 1930 i nipponici riaprirono il fuoco facendo illuminare la squadra nemica da aerei bengalieri; alle 2115, il cacciatorpediniere britannico "Jupiter" incappò su di una mina che esplose e lo fece affondare.

---

[6] id. id. pp. 202-203

Alle 2322 la lotta fu decisa da una salva di dodici siluri "long-lance" che, lanciati da 7000 metri, colpirono ed affondarono i due incrociatori olandesi "De Ruyter" e "Java". Dopo di che il comandante alleato decise di interrompere il combattimento e riparare con le unità superstiti nella base più vicina. I giapponesi riportarono soltanto lievi danni a poche unità.

Nessuna delle unità alleate sopravvisse alla battaglia del Mar di Giava più di quarantotto ore: dopo aver combattuto coraggiosamente furono affondate nello stretto della Sonda.

Tecnologia ed arte militare aerea.

Contrariamente a quanto celebrato dalla famosa fotografia dei fanti germanici che sollevano la barriera di confine tedesco-polacca, il 10 settembre 1939 alle 0445, le ostilità della Seconda Guerra Mondiale furono aperte dall'Aviazione. Infatti, dieci minuti prima, tre bombardieri in picchiata Ju-87 colpirono con estrema precisione e distrussero con le loro bombe da 50 e 250 Kg. i cavi del sistema di mine che avrebbe dovuto far saltare un ponte sulla Vistola, consentendo così ad un treno blindato tedesco di impadronirsene e permettendo alle forze dislocate sul territorio della Germania occidentale di congiungersi con quelle della Prussia Orientale superando il "corridoio"di Danzica.

Dopo questo primo attacco, la "Luftwaffe" (Arma Area tedesca), schierando oltre 1600 aeroplani, distrusse l'aviazione militare polacca, forte di poco più di 400 velivoli, gli aeroporti, i magazzini, le officine e conquistò il dominio del cielo. Gli Ju-87 – l'artiglieria volante – rappresentarono uno degli elementi del binomio aereo-carro che consentì la "guerra-lampo" di Hitler; i bombardieri medi He-lll e Do17 – coraggiosamente affrontati dai lenti caccia PZL-ll, sui quali ebbero presto il sopravvento i caccia Me-109 e Me-110 – scaricarono tonnellate di bombe su tutto il territorio polacco, culminando con le enormi distruzioni di Varsavia.

Durante la campagna i polacchi perdettero 284 aeroplani in combattimento ed altri per cause diverse. Tuttavia la Luftwaffe subì perdite maggiori poiché furono abbattuti 285 aerei, principalmente dalla difesa contraerea, ed altri 279, pur rientrati alla base, furono così danneggiati da dover essere considerati perduti.

Nella campagna di Francia, dal 10 maggio al 25 giugno 1940, le cose andarono nello stesso modo sebbene su scala maggiore. Contro i 4500 velivoli della Germania, gli alleati ne schierarono poco più di 1800, dei quali 1000 francesi, 450 inglesi, 130 belgi e 250 olandesi. Le perdite furono di 2000 aerei tedeschi (fra abbattuti e danneggiati) e 2500 alleati, dei quali 1200 distrutti al suolo, 800 abbattuti in combattimento e 500 dalla contraerea. (In queste cifre sono comprese le perdite dei velivoli inglesi che intervennero in un secondo tempo a Dunkerque e negli attacchi contro la Germania).

Relativamente alle operazioni aeree in questa campagna, per la prima volta vennero impiegate truppe aviotrasportate nel famoso attacco al forte Eben Emael in Belgio (che abbiamo già illustrato) durante il quale, tuttavia, le cose non andarono tutte nel giusto verso poiché due dei dieci alianti sbagliarono la

zona di atterraggio, uno dei quali era quello del comandante della forza d'assalto (che più tardi riuscì a raggiungere i suoi uomini nel mezzo della battaglia) e alcuni uomini-chiave furono feriti nell'atterraggio sulla sommità del forte ed altri vennero colpiti dal fuoco difensivo.

Dopo il terribile bombardamento di Varsavia, anche sul fronte occidentale ebbero inizio i bombardamenti sulle città europee che sarebbero proseguiti per tutta la durata della suerra. Il primo devastante bombardamento fu effettuato il 14 maggio sulla città di Rotterdam e distrusse il cuore della città vecchia provocando decine di migliaia di morti fra la popolazione civile.

Nel maggio 1940, la RAF(Royal Air Force) passò, per la prima volta nella guerra, dal bombardamento di obiettivi tattici a quello di obiettivi strategici: i bombardieri pesanti, "Wellington", "Whitley" e "Hampden", tutti bimotori, lanciarono la loro bombe sulle installazioni industriali intorno ad Amburgo e sulle infrastrutture del canale di Kiel.

La Luftwaffe, a sua volta, bombardò tutti i centri ferroviari che irradiavano da Parigi verso Digione, Besancon e fino alla valle del Rodano, così come verso Rouen e i porti di Le Havre e di Dieppe. Una massiccia azione fu effettuata il 3 giugno contro aeroporti e stabilimenti industriali nei dintorni della capitale. Il caos prodotto dai bombardamenti alle ferrovie ed ai trasporti ferroviari di tutta la Francia non permise di alimentare la lotta nel nord del territorio. I francesi risposero con un'azione che ebbe del patetico: un vecchio bombardiere quadrimotore degli anni '30, il "Farman F. 2234", nella notte fra il 7 e l'8 giugno, dopo aver sorvolato la Manica ed il Mare del Nord, penetrò sul territorio tedesco ingannando i centri d'avvistamento che lo scambiarono per un loro solitario aeroplano e sganciò su Berlino otto bombe dirompenti da 220 Kg. e trenta incendiarie, rientrando poi indenne alla sua base.

Alla fine della "Battaglia di Francia" fece seguito, dopo una breve pausa, l'inizio della "*Battaglia d'Inghilterra*", durante la quale vennero impiegate nuove tecnologie relative ai mezzi di offesa e difesa e nuove tattiche che costituirono una delle più significative svolte della guerra aerea.

I tedeschi piazzarono batterie pesanti sulle coste francesi di fronte a Dover, Folkestone e ad altre località della costa meridionale inglese e cominciarono a batterle sistematicamente. Quella batterie avevano una parte importante nell'operazione di sbarco "Seelowe" (Leone Marino), studiata dalla Marina germanica fin dall'inizio della guerra; sotto la protezione di quei cannoni, il piano tedesco prevedeva la creazione di un corridoio d'attacco nella Manica, difeso sui fianchi da zone minate e, all'esterno di queste, dai sommergibili. Attraverso questo corridoio, la Marina avrebbe trasportato le unità terrestri e le avrebbe poi rifornite. Nell'incontro che Hitler ebbe il 21 luglio 1940 con i Capi di Stato Maggiore delle tre Armi, fu sottolineata, fra l'altro, l'esigenza di avere un completo dominio dell'aria per intraprendere l'intera operazione.

"Il famoso piano del corridoio, con le sue siepi di campi di mine da venire deposti e mantenuti sotto il baldacchino dell'Aviazione germanica contro la schiacciante superiorità delle flottiglie di naviglio sottile britannico, dipendeva dalla disfatta dell'Aviazione inglese e dalla completa padronanza dell'aria da parte della Germania sulla Manica e sull'Inghilterra del sud-est, e non solo sulla regione di mare da attraversare, ma anche sui settori di sbarco. E tanto la Marina quanto l'E-

sercito lasciarono ogni responsabilità in merito alla maresciallo Göring"[7]

L'imponente forza aerea concentrata per l'attacco all'Inghilterra, si componeva di tre "Luftflotten": una dislocata tra la Francia e l'Olanda, una nella Francia settentrionale ed una fra la Danimarca e la Norvegia. Complessivamente, erano disponibili 958 caccia e 1316 bombardieri in quota e in picchiata, per un totale di 2274 aerei. (In ottobre, l'Aeronautica italiana inviò un Corpo Aereo costituito da circa 75 bombardieri bimotori Br-20 e circa 100 caccia Cr-42 e G-50, con pochi aerei da ricognizione, che però in seguito venne ritirato data la notevole inferiorità del materiale e dei velivoli rispetto a quelli avversari).

Il fatto che la vittoria potesse dipendere dall'impiego strategico dell'aviazione colse di sorpresa la Luftwaffe, che era stata forgiata essenzialmente per l'impiego tattico: lo "Stuka"Ju-87 era completamente inadatto al bombardamento strategico. Fin dal 1938, l'Aeronautica tedesca aveva preferito i bombardieri medi e in picchiata, respingendo i prototipi della Junkers e della Dornier ed accantonando il progetto di un bombardiere quadrimotore con eccellenti prestazioni, l'He-177 che Heinkel aveva elaborato di sua iniziativa, il quale sviluppava una velocità di crociera di 540 Km/h ed era in grado di trasportare 1000 kg. di bombe fino a 3000 Km. dalle proprie basi, mentre i bombardieri bimotori avevano un raggio d'azione che non superava i 500 Km. L'ordine di produrre in serie i quadrimotori He-177, prima dato poi revocato nel giugno 1940 quando la vittoria decisiva sembrava a portata di mano, poi dato nuovamente in ritardo ed in seguito nuovamente revocato, fece sì che l'arma aerea tedesca si trovasse ad attaccare l'Inghilterra con mezzi assolutamente inadeguati.

I monomotori "Stukas"Ju-87, che avevano ottenuto tanti successi sul continente, erano praticamente inutilizzabili sull'Inghilterra. Una guerra sul mare a grande distanza, e persino un attacco contro i porti occidentali della Gran Bretagna erano impossibili.

I bombardieri He-lll, Do-17 e Ju-88, con scarse capacità di carico, non erano sufficientemente armati per difendersi dalla caccia inglese. E non era attuabile una costante protezione della caccia tedesca perché il velivolo da caccia standard Me-109 aveva un'autonomia tanto scarsa (anche se fu dotato di serbatoi supplementari) da dover abbandonare dopo un certo tempo i bombardieri alla loro sorte ed invertire la rotta.[8]

Per aumentare l'efficienza dei bombardamenti e diminuire le perdite, i tedeschi si valsero di un sistema elettronico, dal nome convenzionale di "Knickebein" (gamba storta), che permetteva di navigare e centrare con alto grado di precisione gli obiettivi nell'oscurità e attraverso le nuvole. Il sistema era stato realizzato dalla Lorenz A. G. in collaborazione con la Siemens e, in poche parole, funzionava nel modo seguente: una stazione ad onde corte (chiamata convenzionalmente "Weser") irradiava due fasci paralleli di radioonde ed il pilota poteva ricevere i relativi segnali in cuffia; stando dentro uno dei fasci riceveva tante linee, dentro l'altro riceveva tanti punti, e quando riceveva insieme punti e

---

[7] W. Churchill: "Storia della Seconda Guerra Mondiale"- Mondadori, Milano, 1958 vol. II p. 299 288

[8] E. Heinkel: "A l'assault du ciel" (traduz. francese de "Sturmische Leben")-Plon, Paris, 1955 p. 187

linee, sapeva di trovarsi al centro fra i due fasci. Doveva solo manovrare in modo da restarci e facendo questo egli automaticamente teneva la rotta prestabilita verso l'obiettivo e si accorgeva di essere su questo quando ascoltava in cuffia un altro segnale, portato da un altro fascio di radioonde che intersecava il primo esattamente sull'obiettivo; l'incrocio fra i due segnali dava una zona di circa un chilometro quadrato, una precisione molto soddisfacente per quei tempi. Gli inglesi, comunque, scoprirono il sistema ed adottarono una serie di contromisure, conosciuta come "headache" (mal di testa): inviando segnali falsi, si poteva far credere ai piloti tedeschi di aver raggiunto l'obiettivo, oppure si poteva addirittura guidarli su di una falsa strada; con questo sistema, molte bombe furono sganciate in mare o in aperta campagna. Tuttavia, le contromisure non riuscirono ad evitare il terribile bombardamento di Coventry che fu distrutta quasi completamente nella notte fra il 14 ed il 15 novembre 1940.

Ovviamente, in Gran Bretagna furono approntate le misure per affrontare in modo adeguato la minaccia dell'invasione. Lo strumento che offrì la possibilità di condurre vittoriosamente la vitale battaglia difensiva fu il sistema elettronico radar sopra descritto. L'organismo militare per la difesa antiaerea era rappresentato dall'"Anti Aircraft Command" che disponeva di 3744 cannoni contraerei, 4410 mitragliere, 160 impianti lanciarazzi e 8500 riflettori, coadiuvato da volontari civili – uomini e donne – arruolati nel "Royal Observer Corps", nel "Women's Voluntary Service" e nella "Home Guard".

Il nervo della difesa fu comunque la RAF, organizzata su quattro "Commands": 1) il "Fighter Command" (Comando Caccia), articolato su quattro comandi di "Group" (Gruppo operativo) che disponevano complessivamente (nel luglio 1940) di 22 "squadrons" (squadriglie) di "Hurricane", 20 di "Spitfire", 8 di caccia triposto Bristol "Blenheim", 2 di caccia biposto "Defiant"; 8 squadrons di Hurricane erano in corso di approntamento. Totale complessivo: 60 squadrons; poiché l'organico di uno squadron era di 16 apparecchi, il numero totale dei velivoli da caccia ammontava a 960[9]; 2) il "Bomber Command" (Comando Bombardieri) con una linea di volo di 250 bombardieri, molti dei quali appartenenti ai tipi Handley Page "Hampden", Armstrong Whitworth "Whitley" e "Vickers Wellington", da considerare allora bombardieri pesanti a lungo raggio, e capaci di trasportare un carico di bombe assai più elevato dei bombardieri medi della Luftwaffe; 3) il "Coastal Command" (Comando Aviazione Costiera) con 12 squadrons di ricognitori a lungo raggio con base a terra, 6 di idrovolanti e 6 di aerosiluranti bombardieri; 4) il "Training Command" (Comando Addestramento), dal quale dipendevano 3 gruppi d'addestramento.

La cooperazione fra sistemi di localizzazione e controllo (vedi sopra), unità da caccia e difese terrestri fu esemplare e funzionò perfettamente. Ciò fu reso possibile in quanto la difesa aerea, nel suo complesso, era stata posta alle dipendenze di un unico comandante, quello del "Fighter Command", l'Air Chief Marshal sir Hugh C. T. Dowding, che si assunse interamente e meritatamente la responsabilità di tutte le operazioni.

---

[9] Dalla relazione ufficiale dell'Air Chef Marshal sir Hugh Dowding, pubblicata sulla London Gazette n°37719 del settembre 1946

Il territorio metropolitano fu suddiviso in "box" numerati ed integrati nelle quattro zone dei "Groups" del "Fighter Command"; ciò comportò la costituzione di un'organizzazione di settore comprendente una sala operativa collegata con RAF, "Observer Corps", RDF della difesa antiaerea, postazioni riflettori, cannoni controaerei e G. C. I.

L'unità base dei combattimenti aerei doveva essere il "Wing" (stormo) costituito da due-tre squadrons, a loro volta articolati in 'flight'(sezioni) di 4-6 unità, e su questo venne organizzata la struttura del comando. I wings potevano essere mandati in volo isolati, a coppia o, secondo la massa nemica in arrivo, in formazioni superiori, dalle basi più vicine. Una volta in volo, i wings rimanevano sempre sotto il controllo tenuto a terra con cui controllori e piloti erano in stretto contatto ed erano diretti da quelli contro gli incursori. Dal momento in cui il nemico veniva avvistato, i comandanti di wings assumevano in proprio la responsabilità dell'intercettazione e del combattimento; da terra non venivano ripresi i contatti via radio finchè i controllori non ricevevano notizia che l'azione era teminata. Tutta la pianificazione predisposta dal "Fighter Command" era basata sul tenere la propria forza a terra, sempre pronta al decollo immediato, anzichè mandarla a compiere crociere in giro per i cieli, che non avrebbero avuto uno scopo preciso e, quale unico risultato, avrebbero portato ad un gran consumo di ore di volo e di carburante. Era di fondamentale importanza che i controllori non facessero sprecare energia facendo partire in volo troppo presto od in modo eccessivo, le proprie forze; ma era anche di pari importanza il lanciarle in tempo sufficiente perché potessero eseguire l'intercettazione ed attaccare prima che il nemico potesse giungere, in qualche modo, nei pressi dei suoi obiettivi.[10]

La caccia britannica, mirabilmente guidata dal sistema radar, impedì al "Blitz"- l'attacco aereo contro l'Inghilterra – di concludersi vittoriosamente in quattro settimane, come promesso dal maresciallo Göring. Uno degli assi della caccia germanica, il generale Adolf Galland, scrisse poi nelle sue memorie: "Noi non possedevamo nulla di simile. L'avversario ci era, allora, nettamente superiore nell'applicazione della radar-misura. Nè ciò era dovuto ad una superiorità della scienza e della tecnica inglesi. Al contrario: il primo successo della tecnica del radar nella Seconda Guerra Mondiale fu registrato da parte tedesca. Dopo che, fin dal 1 settembre1939, cioè dal giorno successivo alla dichiarazione di guerra britannica, la Royal Air Force già aveva inutilmente attaccato Wilhelmshaven, una formazione da bombardamento britannica penetrò, il 18 dicembre 1939, con lo stesso scopo, nella baia tedesca. Fu scoperta così tempestivamente da un apparecchio radar tipo "Freya", il quale funzionava ancora in via sperimentale, che unità tedesche da caccia e d'assalto poterono distruggere quasi completamente i bombardieri avversari che volavano senza scorta di aerei da caccia, facendo, per tal modo, fallire l'attacco. Dopo questo successo difensivo, reso possibile dalla segnalazione del "Freya", i bombardieri britannici non tornarono più senza essere scortati da apparecchi da caccia. L'importanza delle radiazioni ad alta frequenza per la difesa aerea non poteva essere più chiaramente dimostrata. Al Comando tedesco, peraltro, dove predominava il concetto of-

[10] R. Wright: "Dowding e la battaglia d'Inghilterra" – Longanesi, Milano, 1969 pp. 244-246

fensivo, non la si tenne nella dovuta considerazione. L'eventualità di un'offensiva aerea degli alleati contro il Reich era allora fuori di ogni possibile previsione. Ci si accontentò così di impiantare, intanto, alcuni apparecchi "Freya" della portata di centoventi chilometri e senza misurazione d'altezza lungo la costa tedesca e, in seguito, anche lungo quelle olandesi, belghe e francesi... Noi, invece, dovevamo, in combattimento, fare assegnamento soltanto sui nostri occhi. I caccia britannici potevano affidarsi all'occhio del radar, esattissimo e di ben maggiore portata. I nostri ordini d'azione erano, quando noi venivamo a contatto con l'avversario, vecchi già di tre ore; quelli britannici lo erano soltanto dei pochi secondi che la centrale di caccia impiegava per l'accertamento ultimo della situazione e la trasmissione del corrispondente ordine d'attacco alla formazione in volo... L'incertezza circa la prosecuzione dell'offensiva aerea si faceva sentire fin nell'ultimo pilota. Göring non voleva capire che la sua Luftwaffe, questa scintillante spada che, in mano sua, era stata fino ad allora sempre vittoriosa, minacciava di perdere il filo e di spuntarsi.

Egli credeva che ci facessero difetto lo spirito combattivo e la fede nella vittoria... caricò di rimproveri l'aviazione da caccia e manifestò il suo scontento con aspre parole... Io cercai di spiegargli che il Me-109, apparecchio da caccia superiore e di notoria efficacia in combattimento era, invece meno adatto per compiti difensivi di scorta ai bombardieri dello "Spitfire", un pò più lento ma assai più maneggevole... Da ultimo divenne più conciliante e domandò affrettatamente cosa desiderassimo per i nostri stormi. Moelders (altro asso tedesco della caccia n. d. r.) chiese una serie di Me-109 con motori più potenti. Gli fu accordata. "E lei?" – disse poi Goring rivolgendosi a me. Io non stetti molto a riflettere. 'Chiedo – risposi – che il mio stormo sia equipaggiato con gli 'Spitfires'."[11]

In novembre, dopo distruttivi incendi di Londra e delle più grandi città industriali inglesi, l'offensiva aerea si ridusse d'intensità e si trascinò stancamente sino alla primavera del 1941. Il lungo "Blitz" sull'Inghilterra era terminato: la RAF aveva sostenuto vittoriosamente lo scontro con la Luftwaffe a prezzo della vita di 600 Piloti. La sconfitta dell'aviazione tedesca spinse Hitler a rimandare la resa dei conti con la Gran Bretagna a dopo la conquista dell'Unione Sovietica. Le perdite nella battaglia d'Inghilterra ammontarono a 915 aerei della RAF e 1733 della Luftwaffe.

La Luftwaffe partecipò all'invasione dell'*Unione Sovietica* con tre "Luftflotten" dotate di circa 1300 aeroplani di pronto impiego, ivi compresi bombardieri, "Stukas" e caccia di vario tipo. L'Aeronautica militare sovietica la affrontò con circa 3800 aerei di ogni tipo, in uno stato di assoluta inferiorità nonostante il suo notevole vantaggio in termini numerici. Gli aerei in dotazione erano tutti veterani che già nella guerra di Spagna non avevano potuto opporsi a quelli tedeschi e italiani; la qualità delle attrezzature tecniche era deficiente. L'Arma Aerea Sovietica non era una forza autonoma, bensì una parte integrante dell'Armata Rossa: come tale, e obbedendo al suo compito specifico, aveva rinunciato fin dal principio a qualunque finalità strategica per dedicarsi esclusivamente all'appoggio delle opera-

[11] A. Galland: "Il primo e l'ultimo"-Longanesi, Milano, 1958 pp. 137-138, 151-152

zioni terrestri, conseguentemente il suo compito principale era l'attacco al suolo.

Fu praticamente annientata nei primi giorni di guerra, oltre all'inferiorità qualitativa, anche perché la maggioranza delle unità aeree era stata schierata negli aeroporti vicini al confine ed in quelli della Polonia conquistata, ove caddero in preda degli attacchi aerei tedeschi. Le perdite di apparecchi da parte sovietica raggiunsero cifre eccezionali: soltanto nel primo giorno dell'offensiva tedesca, il 22 giugno 1941, vennero messi fuori combattimento 1811 aerei con la stella rossa.

L'*Italia* entrò in guerra nel 1940 con una flotta aera di 3296 velivoli, dei quali soltanto 1796 di pronto impiego: la caccia disponeva in maggioranza di biplani FIAT Cr-42 e Cr-32 che, non solo sviluppavano velocità inferiori ai velivoli tedeschi e britannici, ma erano inferiori anche nell'armamento con due mitragliatrici da 12, 7 mm. contro le sei delle loro controparti; questi erano affiancati dai FIAT G-50, i primi monoplani metallici ad ala bassa che non diedero risultati entusiasmanti e furono di transizione con la serie Macchi il primo dei quali, il Mc-200, che finalmente superò i 500 Km. /h di velocità, ma rimase sempre armato di due sole mitragliatrici pur dimostrandosi un aereo robusto e affidabile, che fu seguito dal Mc-202, con motore Daimler-Benz da 1175 HP che gli consentì una velocità di 600 Km. /h. La maggioranza dei bombardieri era rappresentata dai trimotori Savoia Marchetti S-79 che, sotto l'aspetto puramente tecnico, all'inizio della guerra, equivalevano agli apparecchi da bombardamento della Luftwaffe e della RAF, sebbene con scarso armamento difensivo.

L'Arma Aerea italiana collaborò fattivamente con l'Esercito in Africa e in Grecia e conseguì parecchie vittorie, specialmente nei combattimenti nel cielo di Malta.

Una grave lacuna si verificò nel coordinamento delle operazioni aeree con quelle navali. La scarsa preparazione alla collaborazione fra Aeronautica e Marina impedì a queste due forze di sfruttare il vantaggio iniziale per qualche azione in grande stile, dal momento che le forze navali britanniche erano divise fra Alessandria e Gibilterra. Non fu mai contemplata in Italia l'ipotesi di una risoluta azione offensiva sfruttando la situazione strategicamente favorevole. Non si era mai pensato ad organizzare un'operazione per ottenere un successo iniziale, quando invece soltanto una tale iniziativa, colpendo mortalmente la flotta inglese di Alessandria o di Gibilterra, o ancor meglio, ove possibile, tutte e due, poteva assicurarci per un lungo periodo una superiorità da sfruttare per l'occupazione di Malta e la conquista dell'Egitto. L'Aeronautica italiana, pur con le deficienze accennate, era senza dubbio quantitativamente sufficiente per far sentire il suo decisivo peso in operazioni con la Marina e disponeva di basi aeree ben ubicate, anche senza portaerei che, se fossero state disponibili, avrebbero enormemente facilitato il suo compito. Ma, sopratutto, a quell'epoca, l'avversario era debole e la sua situazione si presentava preoccupante. Di queste condizioni non si seppe approfittare e fin dall'inizio ci si mise sulla difensiva entro il perimetro geografico del Mediterraneo centrale, limitandosi a proteggere il traffico con la Libia. Mancata la grande azione iniziale di sorpresa, si andò incontro ad un progressivo logoramento delle forze aeree italiane, senza che si presentassero mai più le favorevoli condizioni del 1940. La situazione non mutò neppure dal gennaio 1941, quando con le forze aeree italiane collaborarono nella

guerra sul mare dapprima le unità del X Corpo Aereo Tedesco (CAT) e poi quelle del X e del II CAT.[12]

Una particolare menzione merita la specialità degli *aerosiluranti*. benché le esperienze di lancio di siluri dagli aerei fossero state iniziate nel 1933, la prima squadriglia italiana di aerosiluranti entrò in servizio nell'agosto 1940, seguita da altre, fino ad avere in linea, nell'estate 1941, un'intera squadra di oltre ottanta velivoli. Tuttavia, contrariamente ai britannici, che avevano impiegato gli "Swordfish", aerei di grande versatilità, gli italiani adibirono per questo compito altamente specializzato, che richiedeva un addestramento particolare e degli aeroplani progettati "ad hoc", per le note carenze di equipaggiamento, i trimotori da bombardamento S-79, sommariamente trasformati; inoltre, scarseggiavano i siluri nonostante le fabbriche italiane ne producessero di ottimi, ma per la Germania, tanto è vero che i primi siluri furono prelevati da una commessa tedesca alla Whithead di Fiume.

La tecnica dell'aerosiluramento era spericolatissima perché bisognava lanciare il siluro da una quota di appena un centinaio di metri a distanza ravvicinata, a una velocità non superiore ai 300 Km. /h e sorvolare poi, in piena cabrata, l'unità nemica, esposti al tiro concentrato di tutte le armi di bordo. I piloti italiani supplirono alla carenza di mezzi con il coraggio ed il valore, non risultando secondi a quelli delle altre nazioni e compiendo leggendarie imprese: furono l'incubo dei convogli britannici nel Mediterraneo affondando o danneggiando decine di navi da guerra e mercantili.

Nel 1940, il generale Ferdinando Raffaelli, Capo Ufficio Operazioni dello Stato Maggiore Generale, pensò di utilizzare come "bombe teleguidate" dei vecchi aerei S-79, prossimi al limite di utilizzazione. Il vantaggio sul sistema tradizionale era grande perché non consisteva soltanto nel minor rischio corso dall'aereo con equipaggio che fungeva da velivolo-guida, ma anche nella maggiore autonomia in quanto esso non doveva portare bombe e poteva caricare più carburante e il velivolo bomba aveva bisogno del carburante per il solo viaggio di andata.

L'esperimento avvenne il 12 agosto 1942, con Raffaelli in persona ai comandi di un trimotore Cant-1007 Z bis; il velivolo bomba, un vecchio S-79, decollò per merito di un pilota che successivamente lo abbandonò lanciandosi con il paracadute; era stabilizzato da un pilota automatico ideato e realizzato dall'inventore Leandro Cerini con la collaborazione dell'asso De Bernardi. La teleguida funzionava benissimo quando un banale incidente (la bruciatura del dielettrico di un condensatore dell'apparato trasmittente) rese impossibile la trasmissione dei comandi. Raffaelli se ne tornò alla base di partenza mentre l'S-79, in volo rettilineo livellato, continuò imperturbato la sua rotta fino a che non andò a fracassarsi sulle montagne d'Algeria. Il generale Raffaelli riprogettò il sistema e vi aggiunse affidabilità raddoppiando le parti principali. Fece costruire una piccola serie di aerei-torpedine particolarmente adatti allo scopo e risolse anche il problema della teleguida da velivolo monoposto, ma intanto era giunto l'armistizio dell'8 settembre 1943.

---

12 R. Gentile: "Storia delle operazioni aeree nella Seconda Guerra Mondiale"-Scuola di Guerra Aerea, Firenze, 1955 pp. 202-203

Anche la SIAI Marchetti costruì, progettato da un suo tecnico, Otello Mulinacci, un prototipo di "aerobomba", un piccolo aeroplano in lega leggera e legno, di dimensioni ridotte (poco più di un metro di lunghezza e 30 cm. di diametro della fusoliera) azionato da un piccolo motore intorno ai 40 cavalli e del peso complessivo di 60-70 Kg. Il velivolo – di basso costo – avrebbe dovuto essere portato in volo da un aereo-madre, sganciato, un dispositivo apposito avrebbe regolato la velocità, la quota, la direzione e la distanza. Gli esperimenti, tuttavia, furono interrotti nel settembre 1943.

Nel Mediterraneo fu intrapreso anche il primo massiccio *aviosbarco* della guerra. I tedeschi ne avevano già effettuati in Belgio (Eben Emael) e in Olanda (ponti di Rotterdam, Dordrecht e Moerdijk) durante la campagna in occidente e sul canale di Corinto durante la campagna di Grecia; si trattava però di azioni limitate a reparti minori in appoggio alle operazioni di grandi unità terrestri e su obiettivi isolati.

Prima di soffermarci brevemente su questo assalto dal cielo, riteniamo opportuno fare un passo indietro per descrivere la tecnologia, la dottrina e la tattica di impiego di queste truppe speciali, nate nel ventesimo secolo.

Se il paracadutismo militare è nato nel nostro secolo, il paracadute ha una lunga storia iniziata dall'idea di Leonardo che, nel 1495, nel suo "Codice Atlantico" lo disegnò ed enunciò: "Se un uomo ha un padiglione di panno che sia di 12 braccia per faccia e alto 12, potrà gettarsi da ogni altezza senza danno di sè." La prima realizzazione della teoria leonardesca di cui si ha notizia sicura, fu, nel 1685, quella di Montgolfier, l'inventore dell'aerostato che, da un aerostato, lanciò con successo una cesta contenente una pecora e collegata con funi a vesciche animali gonfiate con aria calda. Da questa impresa ne seguirono molte altre con paracadute che assunsero la forma classica di ombrello, destinati ad esibizioni sportive o al salvataggio di piloti di aerostati e, in seguito, di aeroplani.

Il primo impiego militare di questo mezzo si può ascrivere agli italiani. Nel 1918, alcuni ufficiali si paracadutarono da un aereo all'interno delle linee austriache dove, con grande rischio, assolsero importanti missioni inviando notizie ai comandi per mezzo di piccioni viaggiatori.

Negli anni fra le due guerre, le più importanti potenze mondiali iniziarono studi ed esperimenti allo scopo di impiegare i paracadutisti mediante piccoli reparti che, aviosbarcati nelle retrovie del fronte avversario, fossero in grado di assolvere compiti di limitate possibilità e di modesto rilievo. Nei primi anni '30, fu l'Armata Rossa a dare una dimostrazione tattica sull'impiego delle aviotruppe lanciando 1200 paracadutisti nelle retrovie del partito avversario, costituendo una testa di ponte e apprestando un campo di atterraggio che consentì a decine di grossi aerei da trasporto di prendere rapidamente terra e scaricare 2500 fanti dotati di cannoni da campagna, veicoli corazzati leggeri, automezzi e materiale del genio che vennero in seguito raggiunti da grossi contingenti di truppe terrestri. Venne così delineata la dottrina della specialità nei suoi aspetti fondamentali: il coordinamento non solo all'interno degli aviotrasportati, ma anche con tutti gli altri elementi operativi coinvolti nel comune sforzo militare. Nel caso di attacchi dal cielo, per esempio, un punto cardinale della dottrina fu la necessità di un pronto collegamento con truppe convenzionali dotate di armi pesanti.

Una missione di aviosbarco poteva coinvolgere aerei da trasporto, alianti e

paracadute. Ognuno di questi mezzi fu trovato in possesso di specifiche forze e debolezze, con il risultato che, durante la guerra, nessuno di essi riuscì a stabilire un assoluto predominio sugli altri. benché gli aerei da trasporto potessero sbarcare truppe abbastanza facilmente ed in numero considerevole, essi potevano farlo soltanto quando vi erano condizioni favorevoli per l'atterraggio. Diversamente dai trasporti, gli alianti erano abbastanza economici per essere impiegati in missioni di sola andata. Tuttavia anch'essi richiedevano un terreno adatto per l'atterraggio e, in aggiunta, erano limitati nelle loro operazioni dalle condizioni meteorologiche. I paracadutisti, non solo richiedevano un terreno ragionevolmente piano per l'atterraggio, ma correvano il rischio di essere lanciati lontano dalle zone stabilite e dispersi dal vento. Per radunarsi in unità sufficientemente compatte, potevano essere necessarie delle ore. Talvolta i risultati potevano essere peggiori, come durante l'invasione alleata della Sicilia, nel 1943, quando un gran numero di uomini cadde in mare e annegò.

In confronto a queste differenze, i tre metodi per sbarcare forze dal cielo avevano alcuni fattori in comune. Tutti avevano una grande possibilità di sorpresa, ma tutti erano estremamente vulnerabili alla controazione nemica, sia durante il percorso per raggiungere l'obiettivo, sia al momento dell'atterraggio. Sebbene ognuno di essi potesse sbarcare equipaggiamenti oltre che soldati, naturalmente le loro capacità di carico non potevano essere paragonate con quelle dei trasporti terrestri. Conseguentemente, le truppe da sbarco aereo, qualunque fosse il modo con cui venivano trasportate, dovevano accontentarsi di armi ed equipaggiamenti leggeri. A meno di ricevere un supporto entro un periodo ragionevole, esse correvano il rischio di essere sopraffatte da forze di terra nemiche appoggiate da veicoli, artiglieria e carri armati. Dove queste condizioni non si verificarono – vedi la battaglia di Arnhem, dopo lo sbarco in Normandia – il prolungamento della battaglia significò che i difensori furono in grado di annientare gli invasori provenienti dal cielo.[13]

Dopo l'Unione Sovietica, anche la Germania nazista costituì reparti aviotrasportati: in queste due potenze, lo sviluppo fu così rapido che all'inizio della guerra furono le sole a disporre di unità di questo tipo a livello divisione. Seguirono l'Italia (che, per iniziativa del maresciallo Balbo aveva formato in Libia, nel marzo del 1932, a Castel Benito, un battaglione di paracadutisti libici), la Francia, la Gran Bretagna, gli Stati Uniti e il Giappone, che organizzarono grandi unità non prima del 1941.

La prima grande operazione di assalto dal cielo fu quella su Creta nel maggio 1941. La conquista dell'isola da parte delle unità tedesche da aviosbarco fu un cospicuo esempio del significato che il dominio dell'aria assume in un teatro operativo.

L'isola era difesa da oltre 42.000 uomini fra britannici, australiani, neozelandesi e greci che, oltre all'artiglieria campale, 16 carri armati leggeri e 7 pesanti, disponevano di 32 pezzi pesanti e 48 leggeri controaerei; le forze aeree ammontavano a 36 caccia leggeri e pesanti. I tedeschi impiegarono 22. 750 uomini fra paracadutisti e alpini sbarcati dal mare; gli aerei da trasporto furono circa

[13] M. van Creveld: op. cit. pp. 195-196

500 trimotori Ju-52, quelli da guerra ammontarono a 300 bombardieri in quota, 150 in picchiata, 300 caccia e 40 da ricognizione. Gli italiani concorsero alle operazioni con 21 bombardieri e ricognitori, 24 caccia, 4 aerosiluranti e 2 velivoli soccorso.

I piani tedeschi prevedevano il sostegno dell'azione di attacco dal cielo mediante uno sbarco dal mare di una divisione alpina. In una prima fase, gli equipaggi degli alianti da trasporto ed i paracadutisti si sarebbero dovuti impadronire degli aeroporti di Malesmes presso Candia, di Rethymnon e di Iraklion, previa preparazione e sostegno da parte dei velivoli da bombardamento, che ne avrebbero neutralizzato le difese. Dopo la conquista delle teste di sbarco, i velivoli da trasporto sarebbero atterrati a Malesmes scaricandovi altre truppe.

Per consentire lo sbarco dal mare della divisione alpina, previsto in due aliquote, provenienti rispettivamente dal Pireo e dall'isola di Milo, occorreva, in primo luogo, eliminare dalla zona di mare compresa fra la Grecia e Creta, le forze navali britanniche della flotta del Mediterraneo. Perciò, prima ancora che le truppe tedesche avessero raggiunto in Grecia le loro basi di partenza, vennero pesantemente bombardati i porti cretesi della baia di Suda. Nel corso di questi attacchi, la Luftwaffe realizzò notevoli successi in virtù della superiorità aerea conseguita. Sembrò quindi che l'impresa potesse svolgersi secondo i piani anche se i difensori di Creta – informati dell'azione per merito dell'intercettazione delle comunicazioni radio tedesche – erano in attesa di uno sbarco e avevano preso le conseguenti misure di difesa.

Ma i fatti non si svolsero sulla base dello schema predisposto. A causa del terreno difficile, e per l'inaspettata e violenta reazione dei difensori, gli equipaggi degli alianti da trasporto subirono perdite più alte del previsto, senza riuscire ad impadronirsi delle teste di sbarco anzi, essendo costrette ad un atteggiamento difensivo. La cooperazione tra unità da bombardamento e paracadutisti subì uno sfasamento essendo stati, gli aerei da trasporto, in ritardo nelle partenze per effetto dello scarso numero di aeroporti disponibili in Grecia e per il polverone sollevato dagli aerei in decollo. Giunsero, pertanto, in zona quando i bombardieri avevano già attaccato le difese, ripartendo subito per il volo di rientro a causa della loro scarsa autonomia. I paracadutisti dovettero lanciarsi quindi senza essere protetti da contemporanee azioni di bombardamento e dovettero soggiacere, come gli equipaggi degli alianti, a perdite tanto alte da non essere più in grado di mettere fuori combattimento i difensori. In conseguenza di questo insuccesso, anche i velivoli da trasporto che seguirono, fatti partire senza che ci si accertasse della effettiva occupazione dell'aeroporto di Malesmes, caddero sotto il tiro di una difesa ancora molto forte e dovettero, del pari, lamentare perdite ingenti.

A questo si aggiunse che l'aliquota di divisione alpina proveniente dal Pireo, intercettata da forze navali britanniche davanti alle coste cretesi, era stata quasi completamente distrutta. Senza la superiorità aerea da parte dei tedeschi, il resto delle truppe portate a Creta per via dell'aria sarebbe stato irrimediabilmente perduto. Le unità da bombardamento germaniche poterono infliggere invece, con una serie ininterrotta di attacchi, perdite tanto elevate alle navi da guerra inglesi da costringerle a ritirarsi dalle acque a nord di Creta. la via fu libera così per la seconda aliquota della divisione alpina che, partita via mare dall'isola di

Milo, poté regolarmente prendere terra ed intervenire tempestivamente a sostegno dei reparti aviosbarcati e dei paracadutisti. Privi di qualsiasi possibilità di aiuto esterno in conseguenza della superiorità aerrea tedesca, i difensori di Creta cedettero nel giro di pochi giorni all'attacco dei tedeschi.

Questi, d'altra parte, avevano potuto conquistarsi la superiorità aerea proprio per la mancanza di velivoli da caccia britannici, idonei a difendere l'isola e la flotta.

L'operazione di Creta fu quindi un'immagine a rovescio della battaglia d'Inghilterra, ma dimostrò ancora una volta la funzione determinante del velivolo da caccia nei combattimenti per la conquista della superiorità aerea. La scarsità di aeroplani di tale tipo non trovò compenso nemmeno nella forte disponibilità di artiglierie contraeree di cui fruirono, senza dubbio, le forze navali britanniche e i difensori dell'isola. Fu questo un insegnamento ripetutamente confermato anche più tardi nel corso della guerra.[14]

In dieci giorni di combattimenti i tedeschi perdettero più di seimila uomini fra aviatori, paracadutisti e alpini, morti, feriti e dispersi (40% dei paracadutisti e 10% degli alpini). Le perdite degli aerei furono di 147 velivoli distrutti (4 ricognitori, 19 bombardieri, 9 da picchiata, 35 caccia e 80 trasporti), 74 danneggiati (4 bombardieri 2 da picchiata, 13 caccia e 45 trasporti). I britannici subirono la perdita di cinquemila uomini fra morti e feriti, circa 15.000 furono evacuati in Egitto, i rimanenti furono fatti prigionieri. Gravissime perdite subì anche la Royal Navy: 2.000 uomini, 3 incrociatori, 6 cacciatorpediniere, 14 navi minori, più di 15 navi mercantili affondati; 3 corazzate, 1 portaerei, 7 incrociatori e 5 cacciatorpediniere danneggiati più o meno gravemente.

Gli inglesi si resero conto che la loro sconfitta era stata dovuta alla deficienza di protezione aerea. "La maggior lezione della campagna fu che difendere con una forza relativamente piccola un'isola come Creta, che si trovava sotto il dominio dell'aviazione nemica al di fuori del raggio d'azione della nostra, era impossibile."[15]

La campagna provocò importanti conseguenze anche per i tedeschi. "Il Fuhrer fu molto dispiaciuto dell"intero affare. Le nostre perdite a Creta furono molto alte per quel tempo. Noi eravamo stati fortunati fino ad allora, poiché l'intera campagna di Francia ci era costata un numero di vite inferiore ad una sola battaglia del 1870. Fu la stessa cosa nella campagna nei Balcani, esclusa Creta. La sola Creta ci costò 4.000 morti e dispersi su 20.000 lanciati..... Dopo Creta proposi un attacco su Cipro per creare una base di partenza per un attacco dall'aria sul Canale di Suez. Ma Hitler rifiutò a causa delle perdite subite a Creta."[16] Dopo Creta nessuna altra operazione di paracadutisti venne effettuata in grande stile dalla Wehrmacht; gli stessi Hitler e Goring perdettero la loro immensa fiducia negli aviosbarchi e sospesero ogni altro impiego del XI Corpo Aeroportato. "Mi sembra chiaro che i paracadutisti hanno fatto il loro tempo", commentò il capo della Germania nazista.

---

[14] G. W. Feuchter: op. cit. pp. 50-51

[15] C. Buckley: "Greece and Crete 1941"- Efstathiadis Group, Atene, 1984 p. 331

[16] Interrogatorio del colonnello generale Student(comandante del XI Corpo Aerotrasportato)War Office intelligence Review del novembre 1945

Nel Pacifico, come già illustrato, la guerra del primo periodo fu principalmente aeronavale: aerei contro navi. La guerra prettamente aerea si svolse in pratica fra velivoli da caccia con un quasi assoluto predominio dei giapponesi grazie al migliore dei caccia prodotti, il "Mitsubishi A6M - Reisen "denominato "Zero" dagli alleati (e più tardi "Zeke"), sia imbarcato sia con base a terra. Simbolo dell'aviazione imperiale nipponica, lo "Zero" fu per i giapponesi quello che lo "Spitfire" e il "Me-109" furono per gli inglesi e per i tedeschi. La sua prima apparizione avvenne nei cieli della Cina, il 13 settembre 1940, quando tredici velivoli di questo tipo abbatterono, dal primo all'ultimo, ventisette caccia cinesi di produzione sovietica; dal dicembre 1941 fu per gli americani una penosa sorgente di tristi sorprese. In quell'epoca l'Aeronautica militare degli Stati Uniti non aveva, come vedremo, nessun tipo di caccia che potesse opporsi validamente: gli uni dopo gli altri, i cacciatori alleati si fecero abbattere senza riuscire a trovare delle tattiche adeguate contro gli avversari e il caccia giapponese fu per lungo tempo il dominatore assoluto nei cieli dell'Estremo Oriente e del Pacifico.

Lo "Zero" era armato con due cannoni da 20 mm., tre mitragliatrici da 13,2 mm. e 1 da 7,7 mm.; aveva una velocità massima di 557 Km/h, un'autonomia di 1800 Km. e un peso di 1778 Kg. (contro i 2995 Kg. dello "Spitfire" e i 2200 Kg. del Me-109).

Il suo vero segreto consisteva nel sistema di costruzione. Invece di essere concepito come pezzi separati, ali, fusoliera, timoni, travature, motore, ecc., messi insieme dopo essere stati costruiti, la struttura dello "Zero" era "integrale", cioè di un solo pezzo o, per essere più esatti, di due parti "integrali". L'incastellatura del motore, la carlinga ed il posto di pilotaggio formavano un blocco unico, rigido con le ali a doppio longherone continuo. A questo insieme si collegava un altro blocco comprendente la parte posteriore della fusoliera e gli impennaggi; le due parti venivano solidamente riunite da una corona di ottanta bulloni.

L'economia di peso così realizzata era dell'ordine del 45 per cento e, nonostante questo, la struttura risultava compatta e nello stesso tempo molto leggera. I metalli speciali leggeri, nella cui fabbricazione i giapponesi erano maestri, vi venivano utilizzati fino all'estremo limite della loro resistenza. Il motore che vi era montato era a doppia stella con quattordici cilindri : dal 1940 al 1943, passò da 1020 a 1315 cavalli di potenza al decollo. Quest'ultimo tipo era munito di un compressore a due stadi, di un carburatore per il volo rovescio e di un'elica tripala di tre metri e dieci di diametro.

In cambio di tutte queste doti, poiché la costruzione di un caccia perfetto non è che il risultato di una serie di compromessi, lo "Zero" aveva una grande debolezza. Gli ingegneri giapponesi che lo avevano concepito, avevano avuto in mente soltanto una macchina da attacco, senza che vi fosse previsto niente per la difesa. Era un pò il metodo degli ingegneri tedeschi del 1939 e, proprio come quelli, dovevano pagarlo caro.

Lo "Zero" era un velivolo offensivo, che doveva vincere tutto e sfuggire rapidamente prima ancora che l'avversario avesse avuto il tempo di reagire. Non aveva alcuna protezione per i serbatoi nè corazzature per il pilota. Era una vera trappola da incendio. Mentre i velivoli alleati, più pesanti, potevano sopportare danni terribili e riuscire ancora a salvare la pelle preziosa del pilota, lo "Zero",

complesso resistentissimo alle manovre più violente e strette (sopportava 12 G) cedeva invece sotto l'impatto dei proiettili; i suoi serbatoi di benzina s'incendiavano e lo facevano esplodere in volo, sfasciandolo letteralmente nell'aria come fosse stato carta di seta.

La tecnica di combattimento contro un velivolo del genere consisteva nel tenersi fuori portata delle sue armi e condurre lo scontro su di un piano verticale evitando le virate orizzontali. Una volta appresa la manovra, il pilota alleato che fosse sopravvissuto poteva sempre trasformare in velocità il peso superiore del suo velivolo e, rifiutando le virate, finire con il poter sparare sullo "Zero". Una sola raffica da venti o da tredici millimetri era sufficiente.[17]

Dal 1940 fino al 1945 gli "Zero" vennero costruiti in 10. 938 esemplari in 9 versioni principali e moltissime sottoserie.

Gli alleati poterono opporsi agli "Zero" soltanto nominalmente. Inglesi e olandesi disponevano di aerei surclassati dal caccia nipponico, come i Brewster "Buffalo" (di produzione americana) che furono rapidamente fatti a pezzi. Non migliore fortuna ebbero gli "Hurricane" portati dall'Europa con una portaerei. L'Aviazione di Marina degli Stati Uniti aveva in dotazione i Brewster "Buffalo", primo caccia monoplano da portaerei, in servizio dal 1939, che si rivelò un insuccesso. Il più recente Grumman F4F-4 "Wildcat", il 7 dicembre1941 era il più numeroso caccia navale imbarcato sulle portaerei; pur rappresentando un notevole progresso rispetto al "Buffalo", era ancora inferiore allo "Zero" ma per molto tempo sostenne il peso maggiore della guerra aerea nel Pacifico operando dalle basi più prossime ad Honolulu o dalle portaerei.

Il miglior caccia dell'Esercito degli Stati Uniti, per quanto mediocre, era il Curtiss P40 "Warhawk", armato di 6 mitragliatrici da 12, 7 mm., che il 7 dicembre, a Pearl Harbor, conseguì la prima vittoria americana della Seconda Guerra Mondiale a spese dei giapponesi. Tuttavia, le imprese più famose di questi caccia precedettero Pearl Harbor, essendo appannaggio dei volontari americani del generale Chennault in Cina (in realtà mercenari: il noto gruppo delle "Tigri Volanti"): 286 vittorie contro solo 26 sconfitte; ma non incontrarono sulla loro strada lo "Zero". L'inferiorità iniziale aerea qualitativa e numerica degli alleati (1290 velivoli contro 5200 giapponesi) non durò molto. Il programma di potenziamento delle forze aeree statunitensi fornì, nel 1942, nuovi modelli e in numero tale da consentire, come vedremo, agli alleati una rapida riscossa. La prima azione offensiva alleata divenne quasi leggendaria: il bombardamento di Tokio del 18 aprile 1942. Poiché non esistevano campi d'aviazione alleati che consentissero un'azione sul Giappone, l'aviazione americana progettò di far partire bombardieri terrestri da una portaerei, effettuando una mossa tattica che avrebbe sconcertato doppiamente i giapponesi: essi non potevano infatti temere un attacco da parte di unità aeree cinesi e non avrebbero supposto neppure che la Marina americana arrischiasse di avvicinarsi con le sue portaerei al Giappone tanto da potervi lanciare contro degli aerei imbarcati a breve raggio d'azione. L'aereo più indicato allo scopo era il bimotore North American B-25 "Mitchell" – iniziato ad essere costruito nel 1940 – l'unico dei bombardieri medi allora esi-

[17] P. Closterman: "La guerra nell'aria"-Longanesi, Milano, 1951 pp. 80-82

stenti che oltre a disporre di una notevole autonomia (2050 Km. con 1500 Kg. di bombe) fosse in grado di decollare da una portaerei. Per aumentare l'autonomia per l'attacco e lo scampo, vennero aggiunti al carico normale del carburante tre serbatoi ausiliari, dieci bidoni da circa 25 litri ed un contenitore pieghevole di gomma della capacità di 1600 litri; l'impianto radio venne eliminato e furono mantenute soltanto tre della tredici mitragliatrici dell'armamento difensivo. Il traguardo di puntamento fu sostituito con un altro chiamato "Mark Twain", studiato espressamente per il bombardamento a bassa quota. Il carico offensivo era composto da tre bombe da 230 Kg. e da una spezzoniera, pure del peso di 230 Kg. , contenente 128 spezzoni incendiari. I piloti furono addestrati a decollare in spazi sempre più brevi usando gli ipersostentatori alla massima angolazione, perché il ponte della portaerei era lungo intorno ai 150 metri. Per dare un esempio dei risultati ottenuti basti pensare che un pilota riuscì a decollare in soli 96 metri e la più bassa velocità ottenuta risultò di 109 Km./h.

Il 2 aprile 1942, 16 aerei B-25 furono issati a bordo della portaerei "Hornet" (affondata poi nella battaglia delle isole di Santa Cruz il 26 ottobre 1942) che, scortata da una "Task Force" composta da un'altra portaerei, l'"Enterprise", quattro incrociatori e otto cacciatorpediniere, diresse verso il Giappone. Il decollo era previsto ad una distanza di 700 Km. dall'obiettivo per avere la certezza che gli aerei avessero l'autonomia sufficiente per arrivare in Cina ma, una vedetta nemica avvistata il 18 aprile nelle prime ore del mattino, fece mutare il piano e i bombardieri decollarono dieci ore prima del previsto, quando ben 1300 Km. li separavano da Tokio.

I B-25, al comando dell'allora tenente colonnello James H. Doolittle, giunsero sulla capitale ad un'altezza di 300 metri senza incontrare gli aerei da caccia della difesa e scarsamente disturbati dal debole tiro dell'artiglieria controaerea: la sorpresa riuscì in pieno. Furono bombardati obiettivi a Tokio, Yokohama, Kobe e Nagoya. benché l'incursione non avesse provocato gravi danni -comunque maggiori del previsto – il morale degli americani andò alle stelle mentre provocò un gran colpo su quello dei giapponesi. Il principale risultato strategico fu che essa influenzò i pianificatori nipponici a tentare di assicurare la madrepatria avanzando su Midway, un'operazione che finì in un disastro per la flotta giapponese. Causò anche il richiamo di parecchie squadriglie di "Zero" dal perimetro esterno.

Era stato previsto che gli aerei incursori avrebbero preso terra su aeroporti cinesi, ma non era stata fatta alcuna preparazione per riceverli. In aggiunta, le condizioni meteorologiche in quella zona erano pessime e, senza guida radio, i piloti si perdettero e rimasero senza carburante. Un B-25 volò verso nord e atterrò su di un aeroporto a circa 40 miglia a nord di Vladivostock, in Unione Sovietica, dove l'equipaggio fu internato per un anno prima di riuscire a fuggire in Iran. Degli altri 15 aeroplani, quattro fecero atterraggi di fortuna e gli equipaggi di undici si lanciarono con il paracadute. Un uomo fu ucciso nella discesa, gli altri furono tratti in salvo dalla gente del posto; ma otto aviatori furono catturati dai giapponesi. Tre furono fucilati, uno morì in prigionia, gli altri vennero liberati alla fine delle ostilità.

A quel tempo, il Presidente Roosevelt dichiarò che gli aeroplani erano decollati da Shangri-là, un mitico paradiso tibetano descritto nel famoso romanzo

di Hilton "Orizzonte perduto". Soltanto un anno dopo il pubblico seppe la verità.

L'impresa fu considerata negli Stati Uniti l'inizio di una promettente riscossa; riscossa che veniva dai nuovi mezzi – i velivoli – così come dai velivoli era venuta, a Pearl Harbor, la sconfitta.

Capitolo II

LA RISCOSSA DEGLI ALLEATI

L'anno 1942 vide l'inversione della marea su tutti i fronti. In Europa, in Africa e nel Sud-est asiatico, l'avanzata del Tripartito fu bloccata. La battaglia del Mar dei Coralli del 7-8 maggio 1942 impedì ai giapponesi di sbarcare a Port Moresby, in Nuova Guinea, nella battaglia aeronavale di Midway, fra il 4 e l'8 giugno 1942, i giapponesi subirono la prima decisiva sconfitta nelle acque del Pacifico a soli sei mesi di distanza dall'attacco a Pearl Harbor. Il 7 agosto 1942 gli americani diedero il via allo sbarco sull'isola di Guadalcanal, estremo limite del "perimetro difensivo" del Sol Levante; da questo primo sbarco, l'offensiva alleata, lenta e graduale, spinse le sue forze fino alla porta del Giappone e si concluse con il lancio dell'atomica su Hiroshima e Nagasaki.

Nell'inverno 1942-43 l'esercito tedesco evitò la catastrofe totale ad est grazie al sacrificio della VI Armata tedesca a Stalingrado e ad una limitata controffensiva a metà marzo 1943 la quale riuscì alla fine a stabilizzare nuovamente il fronte sud nel bacino del Donetz e nell'area a nord di Charkow. In Africa settentrionale, dopo la battaglia di El Alamein, la sconfitta inevitabile fu procrastinata fino alla capitolazione dell'esercito italo-tedesco in Tunisia il 13 maggio 1943. Un'offensiva limitata, il 5 luglio, sul fronte est-europeo per spezzare l'arco frontale sovietico intorno a Kursk, incuneato profondamente verso occidente, si sviluppò nella più grande battaglia di mezzi corazzati di tutta la guerra. I tedeschi lanciarono 900.000 uomini, 2.700 carri, 10.000 cannoni e oltre 2.000 aerei da combattimento contro l'Armata Rossa forte di 1.400.000 uomini, 3.300 mezzi corazzati, oltre 20.000 cannoni e oltre 2.600 aerei. L'offensiva germanica fallì con la perdita di 70.000 uomini e di tutti i carri e segnò la fine del massiccio impegno bellico della Wehrmacht sul fronte orientale. Il fallimento di questa operazione fu causato in parte dalla mancanza di riserve prelevate per concorrere alla difesa della Sicilia dopo lo sbarco anglo-americano del 10 luglio 1943. L'inizio della fine della Germania nazista fu lo sbarco alleato in Normandia (6 giugno 1944) che, dopo aspre battaglie e nonostante la controffensiva di Hitler nelle Ardenne del 16 dicembre 1944, portò le armate alleate a congiungersi con quelle sovietiche il 25 aprile sull'Elba.

Tecnologia ed arte militare terrestre.

A seguito della dimostrazione tedesca, nel 1939-42, del potere devastante dei *mezzi corazzati*, ogni paese belligerante si affrettò a seguirne l'esempio e costituì divisioni, corpi ed anche armate corazzate, riunendone fino a migliaia sotto un unico comando. Nelle mani di un Koniev, un Rokossowsky, un Patton, queste forze interpretarono un ruolo importantissimo nella sconfitta della Wehr-

macht. Tuttavia esse non furono mai in grado di ripetere gli spettacolari trionfi dei tedeschi, come quella marcia di sei mesi che li portò dal fiume Bug, in Polonia, ai sobborghi di Mosca. L'inadatta natura di alcuni teatri in cui la guerra fu combattuta – specialmente l'italiano – un graduale declino dell'effetto sorpresa e l'apparizione di armi controcarro sempre più potenti, ne furono probabilmente i responsabili.

Da un punto di vista *tattico*, il ruolo del carro cambiò considerevolmente nel corso degli anni. Inventato originariamente come strumento per sopraffare la fanteria trincerata, il carro assunse più tardi alcuni dei ruoli tradizionalmente riservati alla cavalleria.

Gradualmente i carri divennero specializzati per combattere contro altri carri. In questo ruolo, che è stato un mezzo offensivo per eccellenza, si dimostrarono non meno efficaci nella difensiva, come nel caso dei tedeschi nei fronti orientale ed occidentale nel 1943-45.

Durante i primi anni della guerra, l'introduzione del carro, del carro cacciacarro e dell'artiglieria semovente, del veicolo blindato trasporto truppe (halftrack: semicingolato) e dei veicoli ruotati, dai quali i mezzi cingolati dipendevano per i loro rifornimenti, portò ad un grande incremento della mobilità operativa sul terreno ma, nello stesso tempo, aumentarono le difficoltà. Il tasso di logorio e le necessità *logistiche* delle forze corazzate aumentarono a passi da gigante. Nel 1914, una tipica divisione di fanteria in guerra aveva bisogno di meno di 100 tonnellate al giorno di rifornimenti, molti dei quali consistevano di foraggio. Nel 1940-41, una divisione corazzata tedesca, impegnata in operazioni attive, necessitava già di 300 tonnellate giornaliere; nel 1944-45 una divisione corazzata americana ne consumava più del doppio. Dato il peculiare carattere della guerra corazzata, virtualmente, tutti questi rifornimenti dovevano essere trasportati per strada poiché una forza completamente cingolata era al disopra anche degli eserciti più ricchi. Il risultato fu la creazione non solo di vasti convogli di veicoli ruotati, ma anche di ancor più vasti depositi di rifornimenti e di officine di riparazione per mantenerli in esercizio. Già ad Alam el Halfa, nel 1942, i convogli ed i depositi di Rommel non solo gli impedirono la mobilità ma fornirono degli ottimi bersagli per i caccia-bombardieri britannici che volteggiavano sopra di loro e portarono alla sua sconfitta. La situazione continuò a ripetersi negli anni seguenti: dopo lo sbarco in Normandia, i rifornimenti alle truppe corazzate alleate di prima linea incontrarono gravissime difficoltà.[1]

Nel corso della guerra non furono soltanto le modalità d'impiego e di supporto logistico dei mezzi corazzati a subire modifiche: la maggiore evoluzione si verificò nella tecnica costruttiva e nell'armamento. All'inizio del conflitto i carri di 10-15 tonnellate con cannone da 37 mm. di modesta velocità iniziale rappresentavano la maggioranza dei tipi moderni degli eserciti europei. Alla fine questi carri si limitarono ad un uso sporadico; invece, carri di 25-40 tonnellate, con cannoni da 75 mm. ad alta velocità iniziale rivestirono il ruolo maggiore in tutti gli eserciti: i tedeschi ed i russi misero in campo carri di peso superiore alle 40 tonnellate, alcuni dotati di cannoni di calibro ancora maggiore. Anche le co-

[1] M. val Creveld: op. cit. p. 181

razzature aumentarono di spessore superando abbondantemente i 25-30 mm. iniziali. La velocità non cambiò molto rimanendo sui 35-50 Km. /h. Fu adottata anche l'artiglieria semovente, di solito costituita da carri senza torretta con un potente cannone montato nello scafo di tipi già in produzione.

Il primo carro che possiamo definire della "nuova generazione" fu l'M4 "Sherman", del peso di 28 tonnellate, di produzione americana e impiegato dagli inglesi per la prima volta ad El Alamein. Lo scafo monoblocco era ricavato per fusione con superfici arrotondate che favorivano la deviazione dei proietti; in torretta, anch'essa di fusione con bordi arrotondati, era installato un cannone da 75 mm. Lo "Sherman" fu il più famoso carro alleato della guerra, impiegato da diversi eserciti. La sua produzione – in una lunga serie di versioni – raggiunse le 48. 071 unità. Gli inglesi viste le difficoltà di produzione del loro ultimo modello, il "Challenger", costruirono una variante dello "Sherman", il "Firefly", con cannone da 76 mm., che si dimostrò migliore di quello americano.

Il primo carro tedesco ad essere dotato di un pezzo da 75 mm. fu il Pz. kpfw. IV, seguito, nel 1943, dal Pz. kpfw. V"Panther", del peso di 45 tonnellate, con un cannone da 75 mm. e dal Pz. kpfw. VI Tiger", del peso di circa 60 tonnellate; quest'ultimo, prodotto in circa 1500 unità, era armato con un pezzo da 88 mm.; la corazzatura, a piastre saldate e sovrapposte, saldata allo scafo e non imbullonata, era eccezionale: lo spessore massimo superava infatti i lO cm. . La seconda versione (prodotta in 500 esemplari), fu ulteriormente corazzata fino ad arrivare ad un peso di 70 tonnellate. Il "Tiger" fu il più potente carro della guerra, tuttavia, sia per la mole sia per il peso, per l'insufficienza del motore, la complessità tecnica e le difficoltà di manutenzione, i risultati furono spesso inferiori alle aspettative.

Il "T-34" sovietico di 28 tonnellate e armato con un cannone da 76 mm. – in seguito da 85 mm. – fu una sorpresa per i tedeschi che ne ignoravano l'esistenza e si dimostrò superiore alla maggior parte dei carri avversari e costituì il 70% circa dell'intera produzione sovietica (40.000 unità nelle diverse serie. Il "T-34" fu esaltato dagli esperti come il carro armato più efficiente della guerra per il fatto di essere "rudimentale ma robusto e affidabile"; in effetti era semplice da costruire, di basso costo e per farlo funzionare non occorreva una grande specializzazione tecnica; sui carri tedeschi aveva anche il vantaggio di muoversi nella neve alta e nel fango poiché aveva cingoli più larghi che sostenevano meglio il suo peso sulle superfici molli; e mentre i raffinati meccanismi dei "panzer" venivano paralizzati dal ghiaccio, la stessa rudimentalità del T-34 gli consentiva di continuare a muoversi. Per il suo impiego in combattimento, tuttavia, esisteva un aspetto negativo: contrariamente ai progettisti occidentali, quelli sovietici non si erano molto curati della comodità e della sicurezza dell'equipaggio. Il comandante e il caricatore – il comandante fungeva anche da artigliere – stavano su sedili fissati all' anello della torretta, il che significava che non giravano con la torretta stessa; perciò erano costretti a spostarsi sui sedili dato che il cannone, quando sparava, aveva un violento rinculo di trentacinque centimetri; il pilota riusciva a vedere ben poco attraverso la feritoia e quindi, se il carro non procedeva in rettilineo, il comandante era costretto a gridargli continuamente le istruzioni per guidare; nel contempo il comandante doveva determinare la distanza del bersaglio e sparare evitando di trovarsi a portata del rinculo. Il T-34

trasmise le sue caratteristiche – positiva e negative – ai carri prodotti dai sovietici nel dopoguerra.

Anche gli italiani progettarono un carro di nuovo tipo, il "P-40", del peso di 26 tonnellate ed armato con un cannone da 75 mm.; ma l'8 settembre 1943 ne era stato consegnato un solo esemplare; i rimanenti in costruzione vennero catturati dai tedeschi. Gli scafi di alcuni carri, in particolare dello "Sherman", vennero modificati dagli alleati in carri soccorso, sminatori e gettaponte e furono impiegati in Africa settentrionale e specialmente in Normandia.

Lo sviluppo dello spessore delle corazze dei carri – ed in particolare di quelli cacciacarro – rese obsoleti i cannoni controcarro esistenti. Il cannone campale del calibro di 75 mm. si dimostrò molto utile nel nuovo ruolo con l'aumento del peso considerando la necessità di una maggior velocità iniziale e la maggior carica di lancio del proietto.

Il pezzo controcarro più famoso fu quello contraereo tedesco da 88 mm. che si dimostrò molto efficace anche contro i mezzi corazzati; ma i tedeschi non ebbero il monopolio di questi cannoni: i sovietici produssero un pezzo da 85 mm. , gli americani e gli italiani si dotarono di uno da 90 mm. e i britannici da 94 mm.

Una notevole evoluzione subì anche il munizionamento. All'inizio, i proietti di acciaio temperato appositamente studiati per perforare le piastre corazzate dei blindati e dei carri armati (internazionalmente denominati AP-armor piercing) erano sufficienti per penetrare nelle corazze. Ma con l'aumento dello spessore furono messi a punto nuovi tipi di proietti: l'APC(Armored Piercing Capped) simile al perforante al quale però era stata rinforzata l'ogiva con l'impiego di carbonato di tungsteno per aumentare il potere penetrante, e l'APCBC (Armored Piercing Capped Ballistic Cap), perforante con copertura balistica aggiunta per ridurre la resistenza dell'aria. In breve tempo seguì il tipo APDS(Armor Piercing Discarding Sabot) proietto perforante ad abbandono di involucro: di calibro molto inferiore a quello del cannone, il proietto si presentava come un nucleo sottocalibrato inserito in un involucro necessario a garantire la tenuta dei gas di sparo; detto involucro si frantumava non appena il proietto lasciava la canna e in questo modo l'area frontale del colpo, e di conseguenza il suo coefficiente di resistenza all'aria erano molto ridotti e consentivano al proietto di decelerare molto più lentamente e mantenere una maggior energia cinetica rispetto alle normali munizioni perforanti.

Infine, l'ultimo tipo di munizione perforante impiegato – e lanciato da cannoni a canna liscia – fu quello a carica "sagomata" o "cava" che non si basava sullo sfruttamento dell'energia cinetica di cui era dotato il proietto, ma sul concentramento in un punto focale di tutta l'energia di scoppio del contenuto esplosivo: quando la sottile ogiva di rame del proietto riempita di esplosivo, denominato HEAT (High Esplosive Anti Tank) detonava sul bersaglio, formava un lungo getto iperveloce (9000 mt./sec.) ad un'altissima pressione capace di perforare una corazza di 200-400 mm., provocando un foro di otto-dieci volte il diametro del getto; l'urto e il calore, così come la perforazione, causavano spesso nel mezzo colpito esplosioni secondarie nel suo interno.

I proietti a carica cava HEAT risolsero anche un altro problema. poiché era impensabile poter dotare tutte le unità combattenti di efficaci artiglierie controcarro, era indispensabile creare un'arma individuale che potesse essere impie-

gata dalla fanteria. Indipendentemente gli uni dagli altri, gli americani, i tedeschi e gli inglesi misero a punto l'arma che rispondeva a questa esigenza (anche i giapponesi, come suaccennato, ne usarono un tipo rudimentale).

Gli americani, basandosi sul fatto che la carica cava non richiedeva un'elevata velocità iniziale e quindi lo spessore del tubo di lancio poteva essere ridotto, "riscoprirono" la propulsione a razzo di antichissima concezione. Nacque così il "bazooka" (dal nome di un trombone cui l'arma assomigliava). L'arma era costituita da un tubo in lega leggera, della lunghezza di mt. 1,15 e del peso di kg. 5,5 che serviva al puntamento del proietto, e da un dispositivo di scatto, situato intorno alla metà del tubo, che accendeva elettricamente un razzo del calibro di 60 mm. con testa a carica cava (più tardi il calibro divenne di 88 mm.). Il razzo aveva un peso totale di kg. 1,6 e conteneva kg. 0,225 di esplosivo e kg. 0,06 di carica propellente. La sua velocità era di 80 mt. /sec., la gittata utile di 300-500 metri ed era in grado di perforare una corazza di 150-200 mm. Il "bazooka" era servito da due uomini: uno addetto al puntamento ed allo sparo, l'altro al caricamento, quest'ultimo doveva preoccuparsi di evitare la fiammata posteriore causata dalla partenza del razzo.

La prima arma individuale di questo tipo realizzata dai tedeschi fu il "panzerfaust" (pugno corazzato): un tubo di piccolo diametro con infilata, nell'estremità anteriore, una grossa bomba a carica cava, una piccola carica di lancio fungeva da propellente, l'accensione di quest'ultima era comandata da una leva posta nella metà anteriore del tubo. Vi furono tre modelli di "panzerfaust": il primo lungo mt. 1,03 con un diametro del tubo di cm. 4,5 e pesante tre chili circa, capace di perforare corazze di 145 mm. di spessore; il secondo, con un diametro del tubo di cm. 5, dotato di un rudimentale sistema di mira per distanze di 30,60 e 80 mt. e pesante kg. 6,1, capace di perforare corazze di 200 mm.; il terzo, con un tubo di cm. 6, lungo mt. 1,15 e ancor più pesante, aveva una gittata massima di 150 metri. Tuttavia, per tutte le tre armi, la distanza ottimale per poter colpire il carro nemico e per ottenere il massimo effetto era di 25 metri. In seguito i tedeschi approntarono un'arma similare al "bazooka", il "panzerschreck" (terrore dei carri), denominato anche "tubo di stufa": lungo mt. 1,7 e con un calibro di 88 mm. , lanciava un proiettile a carica cava di kg. 3,150 capace di perforare una corazza di 115 mm. di spessore alla distanza di 150 metri. Un successivo modello, del calibro di 100 mm. e lungo due metri, aveva una gittata di 400 metri; anche quest'arma era servita da due uomini (Il "panzerfaust"ne richiedeva uno solo perché, una volta partito il colpo, il tubo non poteva essere ricaricato).

Anche gli inglesi realizzarono un'arma di questo genere, il PIAT, con un proietto pesante Kg. 1,360, che perforava una corazza di 100 mm, a 45 metri.

La portabilità di questi tubi lanciarazzi mise in grado abili e coraggiosi soldati di attaccare i carri nemici sparando loro sui fianchi dove la corazzatura aveva uno spessore inferiore a quella frontale. Così la fanteria guadagnò un vantaggio nel combattimento anticarro che, tuttavia mancava della sufficiente potenza delle artiglierie controcarro.

Gli americani, pertanto, realizzarono il "cannone senza rinculo" da 57 e 75 mm., in grado di lanciare una granata a carica cava più potente e a maggior distanza; questo utilizzava una carica di lancio speciale, il cui bossolo forato permetteva di scaricare attraverso la culatta del pezzo una notevole parte dell'ener-

gia accumulata ed eliminando praticamente il rinculo. Ma questi cannoni avevano alcuni difetti: lo scarico dei gas dalla culatta non solo li rendeva pericolosi da impiegare ma rivelava immediatamente la loro posizione al nemico.

I tedeschi, sul fronte orientale, impiegarono anche una particolare arma anticarro: dopo aver sperimentato, con scarso successo, un minuscolo mezzo cingolato e filoguidato contenente 60 kg. di carica esplosiva, il "Goliath", ne realizzarono uno più potente, lo "Springer". Questo, sempre cingolato, aveva una corazzatura frontale di 10 mm., pesava 2, 2 tonnellate, era lungo circa 3 metri e trasportava 300 kg. di esplosivo. Lo "Springer" era pilotato da un solo uomo fino in vista dell'obiettivo, dopo di che veniva abbandonato dal pilota e radioguidato fino al bersaglio e fatto esplodere. Verso la fine della guerra, alcuni esemplari furono trasformati in mezzi da combattimento, armati di un cannone senza rinculo con un solo uomo d'equipaggio.

I sovietici, già negli anni trenta, avevano iniziato gli studi di un proiettile razzo da impiegare controcarro o su di un aereo ma, dai laboratori di dinamica dei gas di Leningrado, uscì un proiettile per un diverso impiego ben più devastante, quello al quale fu affibbiato il nomignolo di "Katiusha" e il relativo lanciarazzi a rotaie o a canne multiple che fu chiamato "Organo di Stalin". Il "Katiusha", tipo di mortaio a lancio multiplo, aveva come finalità un tiro destinato a colpire un'ampia area con numerosi proietti a media gittata, lanciati contemporaneamente da guide sistemate su autocarri e che pertanto godevano di un'estrema facilità di spostamento al punto da far credere ai tedeschi che i sovietici avessero costruito migliaia di esemplari di quest'arma.

Il suo impiego era quello di appoggio, con funzione di saturazione, all'artiglieria campale di medio calibro; nascoste in zone defilate, le unità di lanciarazzi si scoprivano soltanto al momento del tiro, che di norma era eseguito a massa, questo perché, essendo apparecchiature piuttosto voluminose, costituivano un facile bersaglio.

Questo razzo, oltre al costo poco elevato, otteneva enormi risultati con un impiego di forze umane e tecniche molto ridotto. Il tipo più usato fu quello di 130 mm. di calibro (BM-13). L'involucro poteva essere di leggerissima lega – perché il proietto non doveva essere inserito in una "camera da sparo" e non doveva sopportare né combustione né attrito – ed era cilindrico ad alette contenente la carica di lancio di 7 kg., costituita da sette cilindri forati di polvere colloidale innescata da un petardo di polvere nera che si accendeva mediante un contatto elettrico e che aveva una gittata dai 7 ai 10 km.; La differenza tra i "katiusha" e i cannoni era che i primi sostituivano alla tradizionale canna una semplice rotaia-guida. I vantaggi della sostituzione erano evidenti: al notevole risparmio di metallo si aggiungeva il minore peso del pezzo, l'annullamento del rinculo, la maggior facilità e rapidità di caricamento. L'apparecchiatura di lancio dei razzi, l'"Organo di Stalin", era montata su di un autocarro e consisteva di un traliccio che reggeva otto (più tardi fino a venticinque) rotaie o canne-guida di lancio. Nella cabina di guida dell'autocarro si trovava un congegno di elevazione, uno di direzione ed uno per l'accensione elettrica delle cariche, tutte insieme o singolarmente. L'arma aveva un effetto devastante non solo materiale ma anche psicologico: basti pensare che una divisione di queste armi poteva lanciare contemporaneamente ben 3840 proietti-razzo.

Anche i tedeschi, a imitazione dei sovietici, crearono un'arma similare, il "Nebelwerfer" sia fissa sia mobile.

Le armi a razzo non furono le sole innovazioni nei mezzi d'appoggio alla fanteria. La tecnologia moderna consentì all'artiglieria campale di completare la sua evoluzione da quando era stata impiegata, alle sue origini, come arma statica nell'attacco e nella difesa di posizioni fortificate. La divisione del lavoro fra l'artiglieria e l'aviazione, durante la Seconda Guerra Mondiale, significò che gli eserciti poterono contare sulle bombe aeree quando le unità terrestri mancarono di bocche da fuoco e tali bombe sostituirono anche le pesanti artiglierie della Prima Guerra Mondiale. Negli anni trenta si era diffusa la trazione a motore delle bocche da fuoco che aveva aumentato la loro mobilità strategica ma non in pari misura il suo ruolo tattico. Il cambiamento più significativo si verificò quando gli scafi dei carri armati diedero la possibilità agli obici di muoversi autonomamente e di fornire un fuoco indiretto mantenendo il passo con i movimenti tattici della fanteria. Naturalmente, nelle divisioni corazzate, le artiglierie semoventi compresero, oltre ai pezzi campali, anche quelli anticarro. Tutto ciò fornì una grande varietà di bocche da fuoco semoventi, in parte adatte per il fuoco indiretto ed in parte per quello diretto e controcarro. L'artiglieria, pertanto, ampliò i suoi modi d'impiego rimasti più o meno similari per secoli.

La Germania, che iniziò la guerra con un enorme armamento di tipo convenzionale, non riuscì, tuttavia, a tenere il passo con gli alleati nell'evoluzione della scienza applicata ai mezzi d'offesa e di difesa; l'unica direzione in cui sviluppò delle tecniche veramente moderne fu quella della propulsione a reazione, ma vi giunse troppo tardivamente o meglio progredì con eccessiva lentezza nel mettere a punto le cosiddette "armi segrete" o, come le denominò Hitler le "V-Vergeltungswaffen" (armi di rappresaglia) e precisamente la V-1 e la V-2. Queste due armi si basavano su due principi differenti; la prima sfruttava un motore"a reazione" (che descriveremo più avanti quando ci occuperemo degli aerei) che traeva dall'atmosfera, alla quale era necessariamente legato, l'ossigeno occorrente alla combustione destinata a generare il gas propulsore: la seconda sfruttava un motore "a razzo" che portava con sé tutte le sostanze necessarie per la generazione del gas propulsore e quindi poteva viaggiare anche in atmosfera rarefatta e nel vuoto.

La *V-1* era, in realtà, un aereo senza pilota, ideata e costruita dalle officine Gerhard Fieseler (la sua prima denominazione fu appunto "Fi103" sotto il patrocinio della Luftwaffe. L'involucro, in lamiera stampata, era lungo mt. 7, 75 con un diametro massimo di mt. 0,81, le ali avevano un'apertura di mt. 5; il suo peso era di kg. 2150, dei quali 900 costituivano la carica di scoppio e 300 il propellente (benzina a basso numero di ottani); nella parte posteriore dell'involucro era sistemato un motore a reazione molto semplice che spingeva la bomba ad una velocità di 600 km/h con un'autonomia di 250 km. ad una quota da 600 a 3000 mt., un giroscopio a tre assi, regolato da una bussola magnetica, controllava la direzione del volo. Veniva lanciata su Londra dalle coste della Manica mediante catapulte fisse o mobili che usavano il perossido d'idrogeno come carica di lancio; nel motore, la compressione dell'aria veniva ottenuta per effetto del moto attuando un funzionamento intermittente realizzato solo quando la pressione dell'aria raccolta nella parte anteriore aveva raggiunto una sufficiente in-

tensità. Le fasi di funzionamento e di immagazzinamento dell'aria venivano regolate automaticamente da un sistema di valvole; la frequenza delle esplosioni era di 40 al secondo, ciò che provocava il caratteristico ronzìo che fece attribuire alla V-1 il nome di "Buzz-bomb" (da: to buzz=ronzare).

Le prime V-1 furono lanciate il 13 giugno 1944, dopo lo sbarco in Normandia, e lasciando dietro di loro una scia di fuoco, attraversarono la Manica: giunte su Londra, il motore si spegneva ed esse, precipitando in vite, esplodevano a terra seminando la distruzione ed il panico. I tedeschi, in seguito, attaccarono con quest'arma anche il Belgio: la città di Anversa venne praticamente quasi distrutta con un solo attacco; i danni in tutte le città belghe furono notevolmente maggiori di quelli provocati a Londra. Le bombe volanti, tuttavia, non raggiunsero i risultati che i tedeschi si aspettavano a causa dei loro diversi svantaggi. Dotato di un motore a reazione, l'ordigno aveva bisogno dell'ossigeno dell'aria come comburente e ciò lo costringeva a volare entro il limite delle quote raggiungibili dagli aerei che potevano attaccarlo e colpirlo in volo, data anche la sua velocità non eccessivamente elevata; inoltre, aveva anche il difetto di esplodere con una certa facilità al momento del lancio oppure di cambiare rotta durante il volo ricadendo sulla stessa Germania dove provocò non poche vittime e parecchi danni.

Le misure britanniche di difesa che riuscirono ad abbattere un gran numero di V-1 provocarono, in un tempo relativamente breve, il fallimento dell'arma e degli scopi per i quali era stata ideata. Furono impiegati 2800 cannoni antiaerei, 2000 palloni aerostatici e circa 200 aerei da caccia; ma il più efficace sistema difensivo fu l'impiego, da parte dell'artiglieria controaerea di proietti muniti di"radarspoletta", ideata e costruita dagli americani che la denominarono "proximity fuze": era praticamente un minuscolo radar, collocato nell'ogiva di una normale granata d'artiglieria, che entrava in funzione alla partenza dalla bocca da fuoco emettendo un segnale che, se veniva riflesso da eventuali ostacoli incontrati nella traiettoria, provocava automaticamente lo scoppio del proietto a pochi metri dal bersaglio. L'utilità di questi nuovi mezzi di difesa fu dimostrata dal continuo aumento della percentuale delle bombe volanti abbattute dalle difese antiaeree in prossimità della cintura di artiglieria controaerea. infatti, la prima settimana la percentuale fu del 17 per cento, la seconda del 24, la terza del 27, la quarta del 40, la quinta del 55, la sesta del 60, l'ultima del 74 per cento.

La V-1 fu sostituita dalla *V-2*, patrocinata, questa, dall'esercito. A differenza della V-1, non disponeva di un apparato propulsivo a reazione ma a razzo, nel senso che portava con sé tanto il carburante (alcool etilico) quanto il comburente (ossigeno allo stato liquido); ciò rendeva il suo funzionamento indipendente dalla presenza o meno dell'atmosfera e gli permetteva di raggiungere quote stratosferiche.

Lo studio e la progettazione dei missili a razzo tedeschi risalgono al 1930, quando il generale Becker, direttore dell'Ufficio Armamenti dell'Esercito, organizzò uno speciale "centro" per la loro produzione. Nell'agosto del 1932, il capo del centro, ingegner Dornberger, chiamò presso di sé il giovane studioso Werner von Braun e gli affidò l'Ufficio di balistica di Berlino. Prendendo come base gli studi e le realizzazioni dell'americano Robert Hutchings Goddard, von Braun si dedicò alla progettazione di missili a propellente liquido. Il propellente per i

razzi, come abbiamo già visto, era stato fin dall'antichità, la polvere nera che bruciava in un attimo e dava un impulso specifico modesto. Anzichè sul propellente solido, Goddard si era messo a lavorare su quello liquido che aveva il vantaggio di poter conseguire spinte maggiori a parità di peso: conservando separati l'ossigeno e il combustibile, era possibile mescolarli a piacere nelle dosi ottimali e ottenere una combustione molto più lunga di quella che si poteva ottenere con la polvere nera, con la conseguenza di fornire un impulso totale più grande essendo, questo, dato dal prodotto della spinta per il tempo durante il quale tale spinta è applicata. Nel 1923 Goddard riuscì a "trasformare il fuoco d'artificio in un vero meccanismo, in un motore vero e proprio"[2] e provò al banco questo nuovo motore che aveva la caratteristica importante di tenere separato il combustibile dal comburente; conservati i due diversi serbatoi, combustibile e comburente scendevano attraverso apposite tubazioni, spinti da pompe e si incontravano nella camera di combustione dove bruciavano e producevano ingenti quantità di gas che venivano fatte espandere attraverso un ugello sotto forma di un getto ad alta velocità che, per reazione, forniva la spinta. Goddard, dopo molti insuccessi, nel 1935, lanciò un razzo che raggiunse i 2200 metri di quota ad una velocità di 880 km/h; ma il governo degli Stati Uniti fu sempre scettico nei suoi riguardi: su uno dei suoi brevetti venne realizzato soltanto il "bazooka".[3]

Al corrente delle esperienze di Goddard, von Braun ed i suoi collaboratori, nel centro dell'Esercito di Kummersdorf, mise a punto il primo razzo, l'"Aggregat A2", con risultati soddisfacenti. Nel 1937 il centro si trasferì a Peenemunde, in Slesia sulle rive del Baltico che sarebbe divenuta, in seguito, la base di costruzione delle armi segrete germaniche. L'evoluzione di quest'arma subì degli alti e bassi date le difficoltà riscontrate nella guida e nella stabilità ma, nell'ottobre 1942, il missile "A4" (che sarebbe diventato la V-2) volò a 5000 metri per 190 chilometri lungo la costa baltica e nel novembre Hitler firmò il decreto di produzione dell'arma.

La V-2 funzionava con il sistema sopra descritto, ma altamente perfezionato, ed era costruita essenzialmente in lamiera d'acciaio dolce e leghe di alluminio; lunga 14 metri, con un diametro massimo di mt. 1,65 pesava, al momento del lancio, tredici tonnellate delle quali nove erano rappresentate dal propellente (alcool etilico e ossigeno liquido), una dall'esplosivo ad alto potenziale, le rimanenti dall'involucro e dagli apparecchi di bordo costituiti da strumenti di controllo e di stabilizzatori: esterni (impennaggio) ed interni che agivano direttamente sulla corrente gassosa. Lanciato da rampe fisse o mobili, verticali, con una spinta iniziale di 30.000 kg. per 70 secondi, raggiungeva una velocità di oltre 5600 km/h. La traiettoria assumeva automaticamente un'inclinazione di 45° nella direzione voluta; terminata l'erogazione del combustibile, il razzo continuava a spostarsi nella stratosfera con una traiettoria parabolica avente un'ordinata massima di 120 km. per l'effetto della forza viva di cui era animato finché, esaurita questa, giungeva, sull'obiettivo dopo cinque minuti dalla partenza,

---

[2] H. Gartmann: "L'avventura astronautica" – Bompiani, Milano, 1957 p. 70

[3] A. Robotti: "Missilistica e Astronautica" – UTET, Torino, 1964 pp. vv.

avendo percorso poco meno di 400 km. I danni recati dalla V-2 furono notevoli ma il tiro risultò, nel complesso, poco efficace perché impreciso.

Dall'inizio dell'offensiva, nel giugno 1944, alla fine, nel 1945, caddero su Londra 2419 e su Anversa 2448 bombe volanti V-1, ma i tedeschi ne avevano dovuto lanciare più di 13.000; mentre, delle V-2 ne caddero 517 su Londra, 1265 su Anversa e 537 in varie località della Gran Bretagna, sebbene i tedeschi ne avessero lanciate più di 5.000. Le V-1 e le V-2, dal punto di vista militare, risultarono quindi un fallimento, malgrado i danni a cose e persone che produssero (più di 2700 civili morti nella sola Londra).

Albert Speer, l'ultimo Ministro degli Armamenti del Reich, a proposito delle armi "V", della costruzione delle quali era responsabile, scrisse poi nelle sue memorie: "Credo sia stato senz'altro uno dei più gravi errori da me commessi come Ministro degli Armamenti quello di avere non soltanto approvato, ma addirittura caldeggiato tale decisione di Hitler, quando avremmo fatto meglio a concentrare i nostri sforzi nella realizzazione di un missile antiaereo terra-aria. lo studio di questo missile, chiamato con il nome convenzionale di "Wasserfall" (cascata d'acqua) era già arrivato, nel 1942, a un punto tale che avremmo potuto in brevissimo tempo passare alla sua fabbricazione in serie se soltanto avessimo, da quel momento in poi, dedicato le capacità e l'ingegno di tutti gli scienziati e tecnici che lavoravano presso il centro studi missilistici di Peenemunde sotto la guida di Werner von Braun. Lungo 8 metri, questo ordigno era in grado di portare a colpo sicuro sulle formazioni di bombardieri nemici 300 chilogrammi di esplosivo e di portarli fino a 15.000 metri d'altezza, di giorno o di notte, con o senza nubi, nebbia o gelo. Come in seguito riuscimmo a produrre mensilmente i novecento missili offensivi a lunga gittata voluti da Hitler per la "rappresaglia" contro l'Inghilterra, così avremmo potuto, senza alcun dubbio, produrre ogni mese alcune migliaia di 'Wasserfall', di questi missili difensivi molto meno pretenziosi. Sono ancora oggi convinto che il missile difensivo, unito al caccia a reazione, avrebbe potuto, fino dalla primavera 1944, stroncare completamente l'offensiva aerea che le potenze alleate occidentali avevano sferrato contro l'industria tedesca. Assistemmo invece alla triste realtà di un dispendio colossale di mezzi di ogni genere nello studio e nella realizzazione di missili offensivi a lunga gittata che poi, quando nell'autunno 1944, furono finalmente pronti per l'impiego, si rivelarono un fallimento quasi totale. Il più costoso dei nostri progetti fu anche il più insensato. E quel che è peggio fu una delle cause che determinarono la nostra sconfitta sul fronte difensivo della guerra aerea."[4]

Le V-1 e le V-2 non furono le sole "armi segrete" tedesche, vi fu anche la V-3, rimasta quasi sconosciuta al grande pubblico e che, fortunatamente per gli alleati, non entrò mai in funzione. Quest'arma, denominata "Pompa ad alta pressione", era costituita da venticinque bocche da fuoco con una canna lunga 120 metri, di un calibro di 10 centimetri, con camere di scoppio laterali, distanziate una dall'altra, fatte esplodere in serie elettricamente, che potevano lanciare proietti lunghi tre metri, del peso di 150 kg., dei quali 27 nella testata esplosiva, al ritmo di uno ogni 15 secondi, con una gittata di 160 km.

---

[4] A. Speer: "Memorie del Terzo Reich – Mondadori, Milano, p.473

Dopo gli esperimenti nel 1943, nonostante numerosissimi incidenti – esplosioni delle canne e dei proietti in volo – sul finire dell'autunno, fu ordinata la produzione in serie e iniziata la costruzione della postazione della "pompa" nelle viscere della montagna di Mimoyecques, a circa 7 km. dalla costa della Manica e a solo 150 km. dal centro di Londra, protetta da una piattaforma di cemento armato di metri 5, 5 di spessore, con cinquanta grosse feritoie da cui spuntavano le canne, tutte puntate su Londra.

Il Servizio Informazioni britannico, nel maggio 1944, ebbe notizia della costruzione della nuova postazione di Mimoyecques, ma non della sua vera natura. Dopo ulteriori approfondimenti, concluse che essa poteva essere destinata ad accogliere catapulte o mortai per missili da lanciare su Londra. Subito dopo l'invasione in Normandia e l'arrivo delle "armi segrete", oltre a violenti bombardamenti su supposte basi delle V-1, il Comando Bombardieri della RAF e l'8a Flotta Aerea USA concentrarono la loro attenzione sulla montagna di Mimoyecques. Tra luglio ed agosto 1944 gli americani inviarono sull'obiettivo alcuni bombardieri "Liberator" ai quali erano state tolte tutte le armi di bordo ed il loro carburante era sufficiente per il solo viaggio di andata; questo per far posto ad un carico di esplosivo ad alto potenziale di oltre 10 tonnellate. L'equipaggio era composto da soli due uomini che dopo aver condotto l'aereo nei pressi del bersaglio, si sarebbero lanciati con il paracadute sulla Manica ed il velivolo, teleguidato da un altro aereo, sarebbe andato a schiantarsi contro la montagna. Su uno di questi bombardieri, che riuscirono a provocare danni insufficienti, si trovava il tenente Joseph Kennedy: subito dopo il decollo l'aereo improvvisamente prese fuoco ed esplose, così morì il fratello del futuro Presidente degli Stati Uniti. Gli inglesi, invece, impiegarono speciali bombe dirompenti da cinque tonnellate – le "Tallboy" – che riuscirono a sfondare in parte il tetto di cemento provocando crolli e occlusioni di diverse gallerie, rendendo praticamente inutilizzabile la postazione. Dopo la guerra, i francesi piazzarono venticinque tonnellate di trinitrotoluene ai due ingressi della postazione e le fecero esplodere sigillandoli completamente. L'intero complesso della "pompa ad alta pressione", con i suoi laboratori, depositi, ferrovie e montacarichi per le munizioni rimase così sepolto per sempre.

Oltre, naturalmente, all'introduzione ed allo sviluppo delle nuove armi, la tecnologia rivestì un ruolo determinante anche nella *logistica*.

In Africa settentrionale, la stragrande superiorità di mezzi corazzati e motorizzati, ma anche l'enorme flusso di rifornimenti, di viveri, materiali e ricambi, consentì a Montgomery di fare a pezzi l'armata italo-tedesca, a corto di tutto, e di ricacciarla fino in Tunisia. Nella campagna d'Italia, oltre alla natura del terreno che non consentì l'impiego dei carri armati, la difficoltà dei rifornimenti, la scarsità di rimpiazzo delle perdite (la maggioranza di risorse erano state destinate allo sbarco in Normandia ed alla successiva campagna in Europa centrale) ed il fango, paralizzarono la guerra fino alla primavera del 1945.

L'importanza della logistica si manifestò in misura notevolmente maggiore in Russia, in Normandia, in Francia ed infine in Germania.

In Russia, nel giugno 1942, i tedeschi si orientarono verso una strategia "logistica", pianificando la ripresa dell'offensiva verso una profonda avanzata per l'occupazione dei campi petroliferi nella regione fra il Mar Nero ed il Mar Caspio.

Senza carburanti e lubrificanti, gli eserciti sovietici sarebbero stati costretti a ritornare alla situazione di rifornimento e movimento di un esercito della Prima Guerra Mondiale, lasciando ai tedeschi il vantaggio di disporre del monopolio delle forze aeree, corazzate e motorizzate; nello stesso tempo, i tedeschi avrebbero aumentato le loro insufficienti disponibilità di petrolio, un obiettivo di grande priorità per l'Alto Comando. Pur avendo conseguito, nei mesi seguenti, alcuni progressi, il piano germanico fallì per la strenua resistenza sovietica supportata da attacchi strategici e tattici di potenti forze aeree da bombardamento.

Fallì pure la conquista di Stalingrado, città-fortezza chiave per il controllo del Volga.

Queste due offensive segnarono la fine della spinta tedesca verso est e l'inizio della lenta ma inesorabile ritirata.

La progressiva riduzione delle risorse della Germania e gli accaniti combattimenti avevano paurosamente ridotto gli effettivi delle unità tedesche, sia in uomini sia in mezzi. Nel 1943, questo crescente logoramento neutralizzò quasi del tutto i passi avanti compiuti sul piano della qualità dell'equipaggiamento. la gravità di questo indebolimento dell'esercito tedesco era tanto maggiore in quanto, rispetto al 1941, l'esercito sovietico era non soltanto più forte sul piano numerico ma anche più efficiente sul piano qualitativo, dato che la sua capacità di prestazioni risentiva dei benefici effetti connessi alla crescente quantità di equipaggiamenti prodotta dai nuovi grandi stabilimenti negli Urali o messa a disposizione dagli alleati occidentali; gli aiuti di questi ultimi in materiale bellico, non furono determinanti per la vittoria sovietica (18.700 aerei, 10.800 carri armati, 9.600.000 pezzi d'artiglieria ed altro), ma il loro contributo non può considerarsi trascurabile. Ben più importanti, per la sopravvivenza dell'URSS, furono le forniture non militari: 430.000 veicoli di ogni specie, senza i quali l'Armata Rossa non avrebbe acquistato un minimo di mobilità e sopratutto i viveri, i tessili e le materie semilavorate (acciaio, rame, alluminio, gomma); le 2000 locomotive e gli 11.200 vagoni ferroviari furono in grado di soddisfare i bisogni di un decimo della rete ferroviaria sovietica; e senza l'alluminio fornito dagli Stati Uniti e dal Canada, i sovietici non avrebbero potuto costruire i 137.000 aerei che produssero.

Non meno importanti furono i 4,5 milioni di tonnellate di generi alimentari in scatola messi a disposizione dagli americani e che avevano il vantaggio di non essere deperibili e di più facile trasporto; infatti, a causa delle enormi dimensioni delle sue forze armate e dell'insufficienza delle sue linee di comunicazione, il problema dei rifornimenti era il fattore che più di ogni altro impediva all'URSS di esplicare tutta la sua potenza.

Tale problema sarebbe stato più serio se le truppe sovietiche non fossero state abituate a vivere ed a combattere accontentandosi di un livello di approvvigionamenti alquanto più basso di quello degli eserciti occidentali. Anche se l'Armata Rossa non arrivò mai ad uguagliare il loro grado di mobilità, essa era più mobile degli eserciti occidentali in rapporto ai mezzi tecnici disponibili, in quanto era in grado di operare ad un livello di esigenze assai più basso. Il suo carattere primitivo costituiva un punto di forza non meno di quanto, per altri aspetti, costituisse un punto di debolezza. I soldati sovietici riuscivano a sopravvivere in condizioni nelle quali altri sarebbero morti di fame. Pertanto, avendo a

disposizione più ampie risorse, le avanguardie dell'Armata Rossa potevano esplicare una maggiore capacità di penetrazione in profondità, mentre per il fatto di aver bisogno di così poco, in termini di mezzi di trasporto e di viveri, il grosso della fanteria riusciva a tenere un passo sufficiente a permettergli di non perdere i contatti con le più veloci avanguardie.

Complessivamente, gli aiuti anglo-americani all'URSS ammontarono a 17, 5 milioni di tonnellate di merci. Senza nulla togliere alla capacità dei comandanti ed al valore dei combattenti, fu la smisurata superiorità economica e industriale degli Stati Uniti ad invertire la rotta della guerra. Uno storico inglese, John Ellis, sostenne: "La guerra l'hanno vinta i due milioni e quattrocentomila camion militari prodotti dagli americani contro i trecentoquarantaseimila usciti dalle fabbriche tedesche. Camion che trasportavano benzina, munizioni, armi, cibo dal Nord Africa alla Russia, dalla Normandia all'Italia."

Ciononostante, non si possono misconoscere i grandi risultati della produzione bellica sovietica. I suoi carri armati non erano secondi a quelli di nessun altro esercito: anzi, quasi tutti gli ufficiali tedeschi li consideravano migliori dei loro; pur accusando la mancanza di determinati accessori (l'attrezzatura radio per esempio), sul piano delle prestazioni, della resistenza e dell'armamento, essi avevano raggiunto un alto livello di efficienza. L'artiglieria russa era di qualità eccellente e le carenze manifestatesi nel 1941-42 avevano portato alla produzione su vasta scala di razzi e lanciarazzi – di più agevole fabbricazione rispetto ai tradizionali pezzi d'artiglieria – di notevoli prestazioni. Il fucile sovietico era più moderno di quello tedesco e capace di una più elevata celerità di tiro, il "parabellum" era diffusissimo in tutti i reparti, mentre tutte le armi pesanti della fanteria non erano inferiori a quelle tedesche.

All'inizio del 1945, le forze armate sovietiche disponevano di una volta e mezza in più di fucili e carabine, tre volte di mitragliatrici, otto volte di carri e semoventi, cinque volte di aeroplani, che nel dicembre 1941.[5]

Dopo lo sbarco in Normandia (che verrà illustrato più avanti), gli eserciti alleati furono come una linea massiccia che spinse all'indietro il nemico, un rullo compressore che lentamente, ma decisamente, lo schiacciò nonostante le gravi crisi verificatesi durante l'operazione "Market Garden" (l'attraversamento del Reno con un'azione combinata di truppe corazzate e aviotrasportate che fallì con gravi perdite) e la controffensiva tedesca del dicembre 1944 nelle Ardenne.

Strategicamente, l'avanzata alleata dalla Normandia, attraverso la Francia fino al cuore della Germania, fu perseguitata da problemi di logistica. Lo mise in evidenza lo stesso Eisenhower:

"Sentivamo, lungo tutto il fronte, il crescente strangolamento dei nostri movimenti causato dalle nostre inadeguate linee di comunicazione. I servizi logistici avevano fatto veramente uno sforzo eroico perché potessimo avanzare fino all'ultimo minuto possibile. Vennero organizzati sistemi di trasporto per mezzo di autocarri che usavano le strade principali della Francia, per la maggior parte con circolazione a senso unico. Venivano chiamate le "Red Ball Highways"

---

[5] D. Sokolovskij, Marshal of the Soviet Union: "Soviet Military Strategy" – Mac Donald and Jene's, london, 1968 p. 136

(strade maestre della Palla Rossa) e gli autocarri vi procedevano continuamente. Ogni veicolo viaggiava almeno venti ore al giorno. Autisti in più, per il cambio, venivano presi da qualsiasi unità potesse provvederli e i veicoli potevano fermarsi soltanto per il necessario carico e scarico, per il rifornimento e le eventuali riparazioni.

Il genio ferrovieri lavorava giorno e notte a riparare i ponti rotti, i binari e per rimettere in efficienza il materiale rotabile. Benzina e nafta venivano portate sul continente per mezzo di tubi flessibili stesi sotto la Manica (PLUTO: Pipe Line Under The Sea: oleodotto sotto il mare-n.d.r.) dalle spiagge, la benzina e la nafta venivano pompate nei principali punti di distribuzione per mezzo di tubi poggiati sulla superficie del terreno. I genieri dell'aviazione costruirono basi di atterraggio con rapidità stupefacente e ovunque il morale e la dedizione al dovere erano pari a quelli di ogni unità combattente.

Nei mesi che seguirono la fine delle ostilità, ebbi molte occasioni di ricordare e commentare diverse campagne di guerra con i capi dell'esercito russo. Non soltanto parlai con marescialli e generali, ma su questo argomento mi intrattenni per un tempo notevole con il generalissimo Stalin. Senza eccezione, questi ufficiali russi mi rivolsero con insistenza una domanda. Volevano spiegassi loro l'organizzazione logistica che aveva reso possibile la nostra grande irruzione che, dalla stretta testa di ponte in Normandia, percorse in una sola corsa tutta la Francia, il Belgio, il Lussemburgo, fino ai confini stessi della Germania. Dovetti descrivere loro i nostri sistemi per la riparazione e costruzione delle ferrovie, per gli autotrasporti, per lo sgombro dei materiali e degli uomini e per il rifornimento per via aerea.

Essi affermarono che fra tutte le imprese spettacolari della guerra, comprese le loro stesse, il successo degli Alleati nel rifornire l'inseguimento in Francia sarebbe passato alla storia come il più stupefacente. Forse erano soltanto cortesi, ma nonostante questo avrei voluto li udissero tutti coloro che in quelle settimane febbrili avevano lavorato così duramente affinché il fronte potesse avere ogni libbra possibile di munizioni, di benzina, di viveri, di indumenti e di rifornimenti."[6]

A conclusione dell'esame della guerra terrestre durante la Seconda Guerra Mondiale si può fare una riflessione: l'arte militare, dagli inizi alla prima metà del ventesimo secolo e nei suoi concetti fondamentali, non ha subìto grandi modifiche. È stata la tecnologia, con la sua lenta e poi rapida evoluzione, a fornirle sempre nuovi mezzi, con sempre maggiore potenza e mobilità.

Gli schemi delle battaglie, nelle loro grandi linee, non differirono di molto: la cavalleria pesante è stata sostituita dai carri armati, quella leggera dall'aviazione tattica; la fanteria, per la maggior parte motorizzata o meccanizzata, in sostituzione degli archi, balestre e lunghe lance, ha avuto a disposizione cannoni anticarro ed antiaerei; l'artiglieria, dalle antiche bombarde ai moderni semoventi, ha sempre svolto il suo compito determinante di preparazione all'attacco e di appoggio alle fanterie montate o a piedi. La tecnologia ha enormemente aumentato la potenza distruttiva delle armi anche a lunghissime distanze e la mobilità de-

---

[6] Dwight D. Eisenhower: "Crociata in Europa" Mondadori, Milano 1949

gli eserciti incrementando costantemente il rapporto forza-spazio; soltanto nelle regioni fittamente boscose della Russia settentrionale e nelle giungle del sud-est asiatico e delle isole del Pacifico, lo scontro rimase quello di sempre dell'uomo contro l'uomo, riducendo il carro armato e l'aeroplano al ruolo di ausiliari.

Tecnologia ed arte militare navale, aeronavale e anfibia.

L'anno 1943 sembrava essere una continuazione del 1942 per i tedeschi: benché avessero perduto, nel 1942, ottantasette sommergibili, il loro numero era aumentato da 249 a 393.

All'inizio dell'anno i tedeschi avevano una ragionevole prospettiva di maggiore successo poiché producevano trenta sommergibili al mese. Nella metà di marzo, due convogli alleati furono attaccati da parecchi "branchi di lupi" tedeschi per complessivi oltre quaranta sommergibili. In una lotta di cinque giorni, i battelli germanici affondarono ventuno navi per un totale di 141.000 tonnellate. In tutto il mese di marzo furono affondate 490.000 tonnellate di naviglio nel solo Atlantico settentrionale, ma questo fu il massimo: nuovi metodi e una maggior abilità degli anglo-americani, unitamente ad un numero maggiore di navi-scorta, da allora consentirono loro di prendere il sopravvento.

I britannici incominciarono a trasformare navi petroliere – con la loro coperta sgombra di ostacoli – o navi da carico, in piccole portaerei-scorta in grado di lanciare, e recuperare, da sei a dodici vecchi e lenti monomotori "Swordfish" e fornire così ai convogli una protezione aerea anche in pieno Atlantico, area troppo lontana per aeroplani con base a terra. In aggiunta, crearono gruppi di sei o otto navi da guerra leggere che, piuttosto di scortare un particolare convoglio, furono scaglionati lungo le rotte, dirigendosi a tutta velocità in aiuto dei convogli sotto attacco dei "branchi di lupi".

Questi gruppi di supporto consentirono alle Marine britannica e statunitense di contrastare efficacemente l'offensiva tedesca della concentrazione dei sommergibili contro un convoglio isolato.

Ai primi di maggio 1943, oltre venti sommergibili attaccarono un convoglio che fu immediatamente raggiunto da un gruppo di supporto. I sommergibili riuscirono ad affondare dodici navi ma al costo di sette di loro. Quando poi i sommergibili si concentrarono contro un altro convoglio, essi affondarono tre navi ma perdettero un battello a causa degli aeroplani della portaerei-scorta "Biter", un altro a causa di un aereo con base a terra e un terzo colpito congiuntamente da aerei imbarcati e con base a terra. Una concentrazione di sommergibili contro un terzo convoglio fu affrontata dalla "Biter", giunta tempestivamente: i tedeschi affondarono soltanto due navi ma perdettero due battelli ed altri furono danneggiati. Infine, un altro convoglio, attaccato da quattro differenti "branchi", non soffrì perdite, ma gli attaccanti perdettero cinque battelli. In un periodo di maggio, dodici convogli attraversarono l'Atlantico perdendo soltanto cinque navi, ma i tedeschi subirono la perdita di tredici sommergibili. Questo rappresentò il modello del futuro poiché la maggior abilità, gli aerei con base a terra e su portaerei-scorta ed un adeguato numero di navi-scorta sconfissero l'offensiva subacquea tedesca.

In maggio i tedeschi affondarono meno di 250.000 tonnellate di naviglio, ma perdettero quarantuno sommergibili. In tutto il 1943 i sommergibili tedeschi, affiancati da un certo numero di sommergibili italiani, affondarono appena 2,5 milioni di tonnellate di naviglio mentre i loro avversari raggiunsero i 14 milioni di tonnellate di naviglio costruito. La produzione di navi mercantili fu favorita, già a partire dal 1940, da un bastimento prodotto in massa progettato dalla Commissione Marittima USA, nella speranza di costruire un tipo che potesse essere fabbricato più rapidamente di quanti potessero essere affondati dai sommergibili. La nave, che fu denominata tipo "Liberty", fu caratterizzata dalla semplicità di costruzione e fu dotata di motori alternativi per consentire ai costruttori di turbine; motori diesel ed elettrici di concentrarsi sulla produzione per uso navale. Fra il 1940 ed il 1945 la Commissione Marittima costruì 5.777 navi mercantili, 2770 di queste furono del tipo "Liberty".

Il progresso tecnologico raggiunse un livello mai raggiunto prima d'allora. Gli alleati realizzarono un radar centimetrico aviotrasportato con il quale gli aerei potevano localizzare i sommergibili in qualsiasi condizione: una volta individuato, il sommergibile che non si immergeva con sufficiente rapidità veniva illuminato da un riflettore e sottoposto al lancio di bombe di profondità da parte dell'aereo. A parziale risposta, i tedeschi montarono a bordo dei loro battelli dei cannoni antiaerei ed in seguito misero a punto uno strumento in grado di segnalare al capitano che il suo battello era stato localizzato dal radar. Il ritrovato più importante, tuttavia, da parte germanica, fu lo "schnorkel", inventato dall'olandese I. Wichers, e costituito da un tubo aspirante che poteva essere sollevato come un albero al di sopra del livello del mare – ma abbastanza piccolo da eludere l'osservazione radar – immettere aria pura nel sommergibile ed espellere l'aria inquinata ed i gas di scarico, consentendo così al sommergibile immerso di usare i motori diesel anzichè quelli elettrici. I tedeschi, verso la fine della guerra, vararono una serie di sommergibili più grandi, con motori più potenti, in grado di navigare, in immersione, a 16-17 nodi e dotati dei "Gnat", siluri acustici che venivano attirati da rumori subacquei. Tutto questo però non riuscì ad alterare i rapporti di forza fra i sommergibili e le navi di scorta né, senza dubbio, li avrebbe alterati il sommergibile sviluppato dalla Germania negli ultimi giorni del conflitto, dotato di motore a perossido d'idrogeno che non necessitava di schnorkel.

I sommergibili tedeschi furono sconfitti nella Seconda Guerra Mondiale per la stessa ragione per la quale lo vennero nella Prima: i convogli. Gli avversari della Germania perdettero 2.775 navi, ma soltanto il 27 per cento di queste navigavano in convoglio quando furono affondate. I sommergibili distrussero 14. 573.000 tonnellate di naviglio al prezzo di 781 battelli tedeschi e 85 italiani. Le armi difensive progredirono di più di quelle offensive: l'asdic ed il radar superarono migliori battelli e migliori siluri. I tedeschi perdettero così tanti sommergibili – 237 nel solo 1943 – al punto che dovettero far scendere in campo costantemente comandanti ed equipaggi senza una sufficiente esperienza di combattimento e poiché questi tendevano ad affondare le navi mercantili piuttosto che le navi scorta, queste ultime, e gli aerei, soffrirono perdite trascurabili; per questa ragione, i sommergibilisti tedeschi dovettero affrontare sempre di più dei veterani – comandanti, marinai e piloti – con sempre maggior esperienza nella lotta contro di loro.

Un episodio non citato da fonti ufficiali e che citiamo solo per curiosità poiché fu provocato da una fantasia che rasentava l'infermità mentale, si verificò fra gli anni 1942/e 1943. In un giorno dei primi mesi del 1942, quando le perdite di naviglio alleato erano ancora impressionanti, si presentò all'Ammiragliato Britannico un certo Geoffrey Pike, con la proposta di costruire una nave inaffondabile la "portaerei di ghiaccio", costituita di "pykrete", un composto di ghiaccio e pasta di legno, che poteva resistere ad una pressione d'urto eccezionale e sopratutto non si scioglieva né si frantumava facilmente.

L'idea entusiasmò sia Churchill sia l'ammiraglio Mountbatten e prese il via il piano "Habbakkuk", nel quale furono coinvolti eminenti scienziati americani ed inglesi, fra i quali l'americano dottor Herman Mark, un'autorità nel campo della chimica della refrigerazione, che sottopose il "pykrete" a prove di laboratorio e trovò che resisteva a urti dell'ordine di 3000 libbre per pollice quadrato(210, 18 kg. per centimetro quadrato). Il progetto prevedeva la costruzione di una portaerei lunga 600 metri, larga 90, alta 60 e pesante intorno ai due milioni di tonnellate; per muoverla e farla navigare ad una velocità di crociera di sette nodi, sarebbe stata dotata di 26 motori d'aereo. Il ponte di volo e gli alloggi (riscaldati) per l'equipaggio sarebbero stati costruiti in metallo, tutto il resto in "pykrete".

Una squadra di scienziati e tecnici iniziò gli esperimenti, nei primi mesi del 1943, in un lago sperduto fra le Montagne Rocciose canadesi. Fu costruito un modello di fiancata di nave di una ventina di metri che, colpito da un siluro, si sbriciolò fragorosamente; rimase un mistero come il dottor Mark fosse riuscito ad ottenere le resistenze dichiarate. Altre prove e calcoli accurati dimostrarono l'inconsistenza del progetto, l'entusiasmo svanì e della "portaerei di giaccio" non si parlò più.

La guerra subacquea tedesca non si limitò ai grandi sommergibili: dopo le leggendarie imprese dei loro alleati italiani, anche i germanici, nel 1943, organizzarono reparti di siluri umani, barchini esplosivi e minisommergibili. *I siluri umani*, diversamente da quelli italiani, erano costituiti da un normale siluro navale a propulsione elettrica al quale era stata svuotata la testata per adattarla ad alloggio per il pilota e per i meccanismi di governo, coperta da una cupola trasparente. Al disotto di questo ne era agganciato un altro con la testata riempita di esplosivo ad alto potenziale e con spoletta a percussione, che veniva lanciato dal primo. L'apparecchio aveva una velocità di sole cinque miglia orarie e navigava quasi sempre in superficie – il pilota, dotato di autorespiratore, poteva immergersi soltanto saltuariamente e per brevi tratti – e quindi era facilmente avvistabile dal nemico. Una volta lanciato il siluro con l'esplosivo, il pilota tentava di salvarsi a nuoto. I *barchini esplosivi* erano composti da due barchini, uno sul quale stava il pilota e l'altro, contenente l'esplosivo e radioguidato, che veniva fatto esplodere mediante una spoletta a percussione. I due mezzi d'assalto furono impiegati facendoli partire da coste vicine alle zone di sbarco nemiche ad Anzio e in Normandia e riuscirono ad affondare alcune navi da guerra alleate, ma ad un prezzo tale – duecento siluri umani ed un centinaio di barchini esplosivi, una percentuale dell'ottanta per cento dei mezzi impiegati – che spinse l'Alto Comando navale tedesco a rinunciare a tali azioni.

Durante il 1944, i tedeschi inviarono, in una località poco distante da Venezia, un gruppo di esperti nuotatori che gli italiani addestrarono come *sommoz-*

zatori, fornendo anche l'equipaggiamento subacqueo. Questi uomini compirono una sola azione che, sebbene parzialmente riuscita, dimostrò il loro grande coraggio ed una notevole resistenza fisica.

Nell'ottobre 1944, gli inglesi avevano creato una testa di ponte sulla riva orientale del fiume Waal; a Nimega il fiume era attraversato da due ponti, uno ferroviario ed uno stradale, che servivano al passaggio dei mezzi corazzati e dei rifornimenti alle posizioni avanzate, e che non potevano essere bombardati dalla Luftwaffe a causa della protezione della RAF e da un grosso concentramento di difese antiaeree. Il Waal proveniva da territorio in mano tedesca, scorreva in una zona occupata dagli inglesi dove si trovava la città di Nimega e ritornava in territorio tenuto dai tedeschi. Il comando germanico decise di far distruggere i due ponti dal reparto di sommozzatori. A tarda sera del 28 ottobre, dodici nuotatori iniziarono l'azione a circa 30 km. a monte di Nimega. Quattro guidavano due cariche cilindriche galleggianti piene di alto esplosivo, con spolette ad azione ritardata, destinate al ponte ferroviario e collegate fra loro mediante una corda fissata alla parte anteriore di entrambe in modo da navigare parallele ad una certa distanza: ogni carica era guidata da un uomo mediante una fune fissata alla testa di essa, mentre un altro regolava e frenava mediante un'altra corda fissata alla coda. Altri otto uomini manovravano, con lo stesso sistema quattro cariche destinate al ponte stradale. L'impresa si presentò estremamente pericolosa, in primo luogo per la corrente impetuosa del fiume, poi perché dovette essere compiuta al buio e in superficie; i nuotatori, dotati di autorespiratori, si dovevano immergere soltanto all'ultimo momento per azionare le spolette. Nonostante le difficoltà e l'acqua gelida, le due squadre raggiunsero i loro obiettivi, imbragarono le cariche ai piloni dei ponti e, aprendo le valvole di allagamento le fecero calare sul fondo del fiume poi, attivate le spolette, riemersero e nuotarono verso valle per prendere terra in territorio controllato dai tedeschi ma, per un errore, approdarono sulla riva ancora tenuta dagli inglesi e vennero fatti prigionieri. Dopo breve tempo, le cariche del ponte ferroviario saltarono regolarmente e fecero crollare una delle campate; delle quattro del ponte stradale ne esplosero soltanto due che danneggiarono non gravemente il ponte, le altre due vennero recuperate e disattivate dagli inglesi. Così finì l'unica impresa dei sommozzatori tedeschi.

Nel 1943, quando le perdite dei loro sommergibili aumentarono in modo preoccupante, i tedeschi decisero di impiegare battelli più piccoli e meno dispendiosi: vennero così messi in cantiere dei *minisommergibili* o "sommergibili tascabili". La prima serie fu la "Biber" dal nome del prototipo, della quale ne furono costruiti trecentoventiquattro esemplari; il battello era lungo circa nove metri con un diametro di appena un metro e pesava sei tonnellate: era dotato di un piccolo periscopio e di un motore elettrico alimentato da batterie; aveva una scarsissima autonomia e poteva scendere fino a venticinque metri di profondità; era munito di due siluri elettrici, collocati a sinistra e a destra e guidato da un solo uomo rinchiuso in un angusto alloggiamento. Nonostante non disponessero di apparecchiature di rilevamento, di scandaglio e di radio, e quindi tecnicamente poco efficienti, dall'agosto 1944 all'aprile 1945, riuscirono, seppur con gravi perdite, ad affondare, nel Canale della Manica, intorno alle centomila tonnellate di naviglio da trasporto alleato. Dopo questo primo tipo ne furono rea-

lizzati altri due: il "Molche" (salamandra) e il "Seehund" (pescecane), simili ai precedenti ma più pesanti (rispettivamente di dodici e quindici tonnellate) ma con miglior strumentazione e maggior autonomia. Questi battelli inferserо colpi abbastanza duri al traffico alleato con il Belgio e l'Olanda: uno riuscì a violare le ostruzioni difensive della Schelda ed a lanciare due siluri contro le chiuse del porto di Anversa danneggiandole gravemente.

Ma anche tutti questi mezzi d'assalto subacqueo, nonostante i risultati soddisfacenti, non poterono cambiare il corso degli eventi.

Anche gli inglesi, di fronte ai successi dei sommozzatori italiani, si orientarono verso l'impiego di questa specialità. Dopo aver catturato un siluro umano usato dagli avversari in un'incursione a Gibilterra, lo trasportarono in Inghilterra e dopo averlo esaminato lo copiarono integralmente attivando anche una scuola per incursori subacquei (i "frog men"=uomini rana) nelle isole Ebridi, decisi a sfidare i loro "maestri" italiani. La prima missione ebbe infatti luogo nel Mediterraneo. Nella notte del 3 gennaio1943, due sommergibili misero in mare cinque "siluri", ciascuno con due uomini d'equipaggio, a poche miglia dal porto di Palermo. A causa delle condizioni proibitive del mare, soltanto due mezzi riuscirono a penetrare nel porto e dopo diverse difficoltà incontrate nel superare le ostruzioni, uno raggiunse l'"Ulpio Traiano" uno dei più moderni e veloci incrociatori italiani, da 3500 tonnellate; i due uomini fissarono allo scafo la potente carica esplosiva (diversamente da quelle italiane, che venivano agganciate, le testate esplosive inglesi si applicavano magneticamente); affondato il siluro al largo ritornarono nel porto dove in seguito vennero catturati. . Alle sei del mattino una potente esplosione spaccò in due l'incrociatore che colò a picco. L'altro mezzo attaccò la nave trasporto truppe "Viminale" di 8500 tonnellate che fu danneggiata così gravemente da costringere gli italiani ad affondarla qualche giorno dopo. Un'altra coppia di siluri umani inglesi attaccò e affondò, nel giugno 1944, l'incrociatore pesante "Bolzano" di 13.000 tonnellate, rimasto a La Spezia sotto controllo tedesco.

Il più grande successo del naviglio minore d'assalto britannico fu tuttavia conseguito nelle acque norvegesi. Nel 1942 i tedeschi, con grosse unità di superficie, stavano inferendo gravi perdite ai convogli inglesi che trasportavano armi, materiali e vettovagliamenti all'Unione Sovietica attraverso le rotte polari. La nave più minacciosa era la possente corazzata "Tirpitz", di 56.000 tonnellate, che costringeva l'Ammiragliato britannico a tenere costantemente a nord della Scozia altre corazzate e che, quando non usciva in mare,, si riparava nel porto di Trondheim, in fondo ad un fiordo lungo sessanta miglia, protetta da sbarramenti inaccessibili, campi di mine, aerei sempre in volo e numerosissime batterie antiaeree. L'unica possibilità di attacco era l'azione di piccoli mezzi subacquei d'assalto. Dopo il fallimento di un'operazione condotta da tre siluri umani agganciati sotto la chiglia di un motopeschereccio che fingeva di trasportare torba, gli inglesi optarono per dei *minisommergibili* realizzati nel 1941: questi battelli – denominati serie "X" – avevano un dislocamento di 38 tonnellate, con un equipaggio di tre uomini, erano lunghi meno di 15 metri con un diametro di 1, 60 metri; un motore diesel conferiva una velocità massima di circa 7 nodi con un'autonomia di 1.000 miglia, mentre un motore elettrico, alimentato da batterie, consentiva una navigazione subacquea di circa 36 ore; erano dotati anche

di ottime apparecchiature, fra le quali due periscopi, uno dei quali telescopico, cioè rientrante, l'asdic che serviva, oltre che per individuare le navi nemiche, anche per evitare ostacoli quali scogli, secche, mine e relitti di vario genere. Inoltre erano forniti di una garitta stagna attraverso la quale l'incursore poteva uscire per tagliare cavi, rimuovere apprestamenti difensivi, collocare cariche esplosive sotto le chiglie delle navi e poi ritornare a bordo del mezzo, sempre in immersione. Infine, disponevano di due cariche esplosive ad alto potenziale ("amatol", composto da tritolo con un cinquanta per cento circa di nitrato d'ammonio) di due tonnellate ciascuna che, poste accanto alla nave bersaglio, sempre in porto, quindi in basso fondale (dai dodici ai diciotto metri), affondavano fino a toccare il fondo e, dopo che il sommergibile si era allontanato, esplodevano sotto la carena squarciandola o danneggiandola.

All'impresa di Trondheim furono destinati sei sommergibili "X": tre avrebbero attaccato la "Tirpitz", due la corazzata "Schanhorst" di 38.000 tonnellate e uno la corazzata tascabile "Lutzov" di 10.000 tonnellate.

I sei battelli, rimorchiati ciascuno da un sommergibile oceanico, lasciarono la Scozia il 12 settembre 1943, ma purtroppo, durante la navigazione di avvicinamento, due andarono perduti per incidenti. I quattro superstiti percorsero autonomamente il fiordo ed entrarono nel porto superando le ostruzioni – uno riuscì fortunatamente ad entrare nella scia di una nave tedesca – fecero calare le cariche sotto o nei pressi della "Tirpitz" e fecero affondare i loro mezzi che furono poi distrutti dalle esplosioni: dei membri degli equipaggi, alcuni vennero fatti prigionieri immediatamente, altri non fecero in tempo a mettersi in salvo e rimasero uccisi. Alle 0812 del mattino del 21 settembre, le otto tonnellate di "amatol" esplosero e sollevarono quasi dall'acqua la corazzata che imbarcò 550 tonnellate d'acqua e si inclinò sulla fiancata sinistra: vennero distrutti una torre poppiera, tre apparati motore, la centrale idrofonica, quella elettrica, la stazione radio principale e rese inservibili gran parte delle artiglierie di grosso calibro e contraeree. Dopo otto mesi di lavori, la "Tirpitz" ritornò in mare ma venne subito affondata da quaranta quadrimotori britannici con il lancio di bombe da 6 tonnellate.

Degli altri due battelli, il comandante di uno, visto che dopo l'esplosione la "Tirpitz" non affondava, decise di lanciarsi a tutta velocità contro la nave in un attacco suicida, ma i tedeschi, ormai sull'avviso, con ben centrati colpi di cannone, fecero inabissare il mezzo con tutto il suo equipaggio. L'equipaggio del quarto battello, dato che, contrariamente alle informazioni in possesso dell'Ammiragliato, la "Scarnhorst" non si trovava in porto, distrusse il mezzo e, presa terra, venne fatto prigioniero. Nell'aprile del 1944, un altro minisommergibile riuscì a piazzare le sue cariche sotto il bacino galleggiante di Bergen, sempre in Norvegia, e lo fece saltare in aria: per tutto il resto della guerra i tedeschi non poterono più usarlo per riparare i loro sommergibili, le navi di superficie e i mercantili impiegati lungo le rotte del nord.

Nel *Pacifico* la guerra navale ebbe aspetti più multiformi. Per quanto riguarda le operazioni sottomarine, i sommergibili dovevano agire al massimo della loro efficienza nelle vaste distese oceaniche; le molto limitate capacità di esplorazione che possedevano dovevano essere completate dalla radiolocalizzazione, crittologia e aviazione. Fu una questione di usare la tecnologia e l'organiz-

zazione per coordinare battelli subacquei, mezzi di superficie e aeroplani. Questo compito fu eseguito dagli americani in misura tale che, alla fine della guerra, il Giappone non aveva più navi mercantili e fu sul punto di soffrire la fame. In questo teatro d'operazioni, i sommergibili e le portaerei, più che le navi da battaglia, rivoluzionarono la guerra navale.

L'ago della bilancia si spostò a favore degli alleati nel Mar dei Coralli quando, agli inizi di maggio 1942, una grossa forza navale giapponese con 3 portaerei, che doveva scortare una flotta d'invasione diretta a Port Moresby (nella parte australiana della Nuova Guinea) fu intercettata da una inferiore forza alleata che comprendeva le due portaerei americane "Lexington" e "Yorktown". Questa fu la prima battaglia navale della storia decisa dalle portaerei, durante la quale due flotte si affrontarono senza essere in vista l'una dell'altra, ad una distanza di 120 miglia. La battaglia del Mar dei Coralli fu una vittoria tattica dei giapponesi: la perdita di una delle poche grandi portaerei americane, la "Lexington" pesò di più di quella della giapponese "Shoho" ed il danneggiamento della più grande "Shokaku". Il risultato strategico, tuttavia, fu differente. L'invasione di Port Moresby fallì: i trasporti giapponesi invertirono la rotta quando la forza aeronavale di protezione non riuscì a distruggere la forza alleata; il danneggiamento della "Shokaku" e le gravi perdite del gruppo aereo dell'altra portaerei "Zuikaku" impedirono ad ambedue le navi di partecipare alla battaglia di Midway in giugno: la presenza di queste due grandi moderne portaerei avrebbe potuto contribuire ad una vittoria nipponica.

La battaglia decisiva fu quella di Midway (3-6 giugno), durante la quale le perdite di portaerei furono di quattro a una in favore degli americani, fu una vittoria che provocò la fine della supremazia giapponese e costrinse l'impero del Sol Levante alla difensiva. Come era già accaduto precedentemente, il servizio informazioni americano, mediante la decrittazione dei loro messaggi, espose le forze giapponesi ad un terribile colpo da parte di forze inferiori la cui presenza fu ignota alle prime fino a quando, ormai troppo tardi, un'inefficiente ricognizione scoprì il pericolo. I giapponesi avrebbero potuto vincere, ma il loro destino fu segnato dai loro comandanti e dall'audacia e abilità dei comandanti e degli aviatori americani. Furono i confusi rapporti sulla presenza delle portaerei americane che indussero l'ammiraglio Nagumo all'incertezza ed a far cogliere senza protezione aerea le sue navi: questo e la debolezza di esse con i ponti di volo in legno che furono facilmente sfondati dalle bombe che incendiarono i depositi di munizioni e di carburante sottostanti.

Le conseguenze di Midway furono di enorme importanza. Non solo i giapponesi perdettero quattro delle loro sei portaerei più grandi, ma le loro perdite in esperti ed addestrati piloti risultarono gravissime. Dopo Pearl Harbor e il Mar dei Coralli, Midway diede la dimostrazione della potenza delle portaerei. Il massacro delle squadriglie di aerosiluranti americani che attaccarono da sole contro una forte opposizione, mise in evidenza la necessità di un coordinamento degli sforzi dei cacciatori, bombardieri in picchiata e aerosiluranti. I gruppi aerei dovevano combattere come gruppi non in squadriglie isolate. Con Midway, l'iniziativa nel Pacifico passò agli americani. Il passo successivo fu – nell'agosto 1942 – lo sbarco americano a Guadalcanal, il primo dell'offensiva anfibia che in tre anni avrebbe deciso la guerra in questo teatro d'operazioni.

Nel corso della guerra, le portaerei si suddivisero in diversi tipi: le grandi portaerei di squadra, o d'attacco (CV); le portaerei leggere (CVL) unità dal dislocamento minore ma che potevano essere impiegate proficuamente in missioni per le quali le portaerei maggiori sarebbero state superflue o in numero insufficiente; le portaerei di scorta (CVE) destinate alla scorta convogli; le portaerei da trasporto (AKV) impiegate per il trasporto dei rimpiazzi dei velivoli alle portaerei da combattimento.

Alla fine della guerra, soltanto le Marine degli Stati Uniti e della Gran Bretagna disponevano di portaerei. l'US Navy contava 99 unità: 20 di squadra o d'attacco, 8 leggere e 71 di scorta con circa 40.000 aerei e 60.000 piloti; la Royal Navy ne aveva 50:7 di squadra, 5 leggere e 38 di scorta, con 959 aerei dei quali 700 da caccia.

Gli americani, nel Pacifico, crearono uno speciale raggruppamento di navi – di solito incentrato su portaerei – sotto un unico comandante e denominato "Task Force" (e suddiviso in "Task Groups"), formato per una determinata operazione o costituito su una base più o meno permanente, per svolgere una missione continuativa. Questa organizzazione non aveva una struttura prescritta: poteva essere costituita, sciolta o modificata secondo le necessità. Questo principio previde un comandante con una struttura di comando altamente flessibile che poteva essere rimaneggiata tenendo conto della situazione militare e delle forze disponibili.

Sebbene la portaerei fosse diventata l'unità più importante – la "capital ship", in sostituzione della nave da battaglia, le altre navi di superficie ricoprirono ruoli di grande rilievo, sia come facenti parte delle "Task Forces", sia come scorta e appoggio d'artiglieria alle flotte d'invasione; in quest'ultimo ruolo sostennero sanguinosi scontri, per esempio nella campagna di Guadalcanal, le perdite di grandi navi ammontarono a una portaerei per parte, due navi da battaglia giapponesi e sette incrociatori americani contro tre giapponesi, in aggiunta a molti incrociatori danneggiati e cacciatorpediniere affondati in ambedue le parti. Comunque, il declino della nave da battaglia fu segnato ed i suoi compiti si limitarono, più che altro, all'appoggio delle forze anfibie. Proprio quando la portaerei si andava affermando come la più importante fra le unità di superficie, i giapponesi misero in servizio, nel 1944, le due più grandi corazzate del mondo, la "Yamato" e la "Musashi", velocissime malgrado il loro impressionante dislocamento di quasi 73.000 tonnellate, fino ai 27 nodi e con un armamento principale di nove cannoni da 460 mm. di calibro; ma la loro partecipazione alla guerra non fu determinante: la "Musashi" fu affondata durante un attacco aereo nel corso della battaglia del Golfo di Leyte (ottobre 1944); la "Yamato" fu attaccata da aerei americani nelle acque di Okinawa e affondò centrata da dodici siluri, sette bombe di grosso calibro e parecchie da 250 kg.

Per concludere, i molti cambiamenti nel carattere tecnico delle armi e dei mezzi, dimostrarono che il potere marittimo aveva accresciuto la propria efficacia a causa dell'aereo che aveva posto le navi in relazione più stretta con gli eserciti in un unico complesso di guerra anfibia e alata.

Come nei teatri di guerra navale in occidente, anche nel Pacifico vennero impiegati speciali reparti e mezzi d'assalto navali; sia gli americani, sia gli inglesi impiegarono sommozzatori e minisommergibili: l'episodio più conosciuto fu

l'affondamento dell'incrociatore pesante giapponese "Takao" effettuato dal minisommergibile inglese XE3 nello stretto di Johore.

Furono tuttavia i giapponesi ad impiegare speciali mezzi navali ed aerei che inferserо non pochi danni agli alleati con i minisommergibili e gli aerei suicidi.

I *minisommergibili* giapponesi erano stati progettati e costruiti a centinaia prima della guerra nei cantieri di Kure e successivamente in altri arsenali. Misuravano 24 metri di lunghezza, 1, 80 metri di diametro e dislocavano 46 tonnellate. Avevano un equipaggio di due uomini ed erano mossi da un motore elettrico di 600 HP, che conferiva loro una velocità massima di 23 nodi ed un'autonomia di 9 ore di immersione; erano armati con due siluri da 457 mm. sistemati a prua in tubi di lancio sovrapposti; la loro stabilità era migliorata da due alettoni di un metro e ottanta e sulla torretta si trovava un periscopio di un metro e cinquanta, non retrattile. Portati sul teatro dell'azione agganciati ad un sommergibile più grande, parteciparono a diverse azioni a Pearl Harbor, a Sidney Harbor, a Guadalcanal, al largo di Madagascar, a Mindanao; ventotto di questi affondarono dopo aver inferto danni insignificanti. In seguito subirono diverse modifiche e perfezionamenti fino ad arrivare al "Kairyu" (Drago del Mare), con un'autonomia di 25 miglia e con due siluri. Per la fine della guerra ne esistevano 230, ma nessuno di essi venne mai usato, anche perché le difese antisommergibile degli americani avevano raggiunto un'altissima efficienza, grazie anche alle esperienze acquisite nella battaglia dell'Atlantico.

Un'altra arma d'assalto fu il "Kaiten" (Rivolto al cielo), una specie di siluro umano condotto da un pilota suicida, che veniva portato vicino al bersaglio sul ponte di un normale sommergibile. Uno dei primi modelli di quest'arma penetrò nella laguna di Ulithi e affondò la petroliera "Mississinewa" che trasportava un milione e più di litri di carburante per l'aviazione. Questo successo incentivò vari miglioramenti e l'ultimo modello di "Kaiten" era lungo una dozzina di metri e trasportava una testata di 3000 libbre di alto esplosivo. Un sommergibile, che portava legati sopra coperta quattro "kaiten", potè avvicinarsi alle navi americane e affondarne quattro in un unico attacco. Centinaia di questi mezzi vennero lanciati contro navi alleate ma riuscirono a mandarne a fondo una soltanto, il mercantile "Canada Victory"; il cacciatorpediniere di scorta "Underhill" fu colpito da un "Kaiten" ma venne affondato per errore da forze amiche. In quest'azione dei "kaiten" morirono quasi 900 giapponesi.[7]

Citiamo, soltanto per curiosità, l'operazione "Elefante Volante", frutto di una fantasiosa tecnologia, probabilmente la più ingenua di tutta la Seconda Guerra Mondiale. L'idea fu quella di lanciare migliaia di grossi palloni all'idrogeno, armati di bombe incendiarie, contro la zona nord-occidentale degli Stati Uniti, fittamente boscosa; questi sarebbero stati innalzati in Giappone fino ad un'altezza di 11.000 metri e avrebbero viaggiato verso est a 180 km. /h, raggiungendo gli stati di Washington, Oregon e Montana in quarantotto ore circa. I palloni, che avevano una capacità di carico di trenta chilogrammi, vennero fabbricati in numerosi cinema di Tokyo e in uno stadio di "sumo" (l'antica e popolarissima lotta di uomini-gigante), da squadre di tappezzieri, studentesse e donne dell'"Iroma-

[7] J. Toland: "L'eclisse del Sol Levante" – Mondadori, Milano, 1949 pp.388-390

chi" (il quartiere dei bordelli)Nella produzione di questi palloni vennero impiegati vari milioni di persone. Ciascun pallone consisteva di un involucro sferico e floscio ed era formato da 600 striscie, incollate insieme, di carta di riso pergamenata, ossia impermeabilizzata con "mannan", una sorta di cellulosa contenuta nel "Konnyaku", una pasta che serviva per incollare e che tuttora è un ingrediente base di molte pietanze tipicamente nipponiche, quali il "sukivaki" e l'"oden". Il "Konnyaku" si ricava seccando, macinando e bollendo con acqua di calce le radici carnose dell'"amorphophallus coryak", una pianta tropicale importata in Giappone dalla Cina nel secolo IX. Così, dopo aver requisito l'intero raccolto di "Konnyaku", furono messe sotto pressione tutte le cartiere che producevano carta adatta allo scopo. Questi involucri si rivelarono a tenuta perfetta. Insieme ad ogni stormo di palloni di carta, venivano lanciati anche uno o due palloni di seta gommata che, muniti di un'emittente, avrebbero permesso alle stazioni radio in patria di seguire la rotta degli "elefanti volanti"; ma l'idrogeno filtrava dagli involucri di seta gommata e soltanto tre di questi palloni segnalatori raggiunsero il suolo americano, gli altri si inabissarono nel Pacifico. Ciascun pallone veniva gonfiato con 300 metri cubi d'idrogeno, pari al 58 per cento del suo volume; l'involucro si gonfiava completamente a 4500 metri di quota per effetto della diminuzione della pressione atmosferica e in quaranta minuti l'aerostato raggiungeva i 10-11.000 metri, immettendosi nella corrente d'aria. Non era però possibile tenere sotto controllo i palloni, tuttavia essi venivano mantenuti alla quota voluta da una bilancia barometrica che sganciava un sacchetto di sabbia se scendevano sotto i 10.000 metri e viceversa liberava una piccola quantità di idrogeno se salivano oltre gli 11.500 metri di quota. In tal modo il pallone restava nella corrente e veniva spinto verso il continente americano. Tre o quattro giorni dopo la partenza, quando già gli elefanti volanti dovevano trovarsi sul suolo americano, un congegno ad orologeria faceva esplodere le bombe incendiarie che avrebbero dovuto distruggere le foreste e tutto quanto si trovava in esse. Il primo lancio venne effettuato il 2 novembre 1944 alle 0500. Complessivamente, nel corso dell'operazione vennero lanciati 9.300 "elefanti volanti". I risultati furono deludenti: qualche piccolo incendio nelle foreste della costa nord-occidentale del Pacifico. Nel dopoguerra si seppe che soltanto un migliaio circa di palloni avevano preso terra negli Stati Uniti.

Di tutte le armi speciali impiegate dai giapponesi, la più micidiale si rivelò il "*Kamikaze*", velivolo suicida. In questa guerra di armi tecniche moderne, di operazioni complesse che impiegavano tutte le risorse della scienza, del radar e già le prime armi teleguidate, il "kamikaze" portò una nota medioevale di singolare e brutale grandezza nella campagna aeronavale del Pacifico del 1944-45.

Nel 1281, un imperatore mongolo salpò diretto verso il Giappone con una grande flotta. Tutto lasciava supporre che il paese sarebbe stato facilmente conquistato, quando un violento tifone disperse le navi mongole. Convinti che quella tempesta fosse stata scatenata dagli dei, i giapponesi la chiamarono "kamikaze", cioè "vento divino".

Nell'ottobre 1944, quando per il Giappone già si profilava la catastrofe, venne ideata l'"Operazione Sho" (Sho significa vittoria) che, con l'aiuto del "vento divino" avrebbe impedito all'imponente flotta americana lo sbarco nelle Filippine: tutte le forze aeronavali disponibili si sarebbero dovute concentrare e dare

battaglia al nemico "fino all'ultima nave, all'ultimo aereo, all'ultimo uomo". Cosa poteva fare, di fronte all'onnipotenza di un dio una flotta navale anche se allineava 32 portaerei, 8 pesanti, 8 leggere e 16 di scorta?

Le poche portaerei nipponiche superstiti dovevano servire da esca per attirare la flotta americana verso nord al fine di lasciare libero il varco alle corazzate ed agli incrociatori che, attaccando di sorpresa nel golfo di Leyte, avevano il compito di annientare le truppe da sbarco nemiche. Ma come affrontare le portaerei americane difese giorno e notte da un nugolo di velivoli da combattimento più veloci, armati ed efficienti degli ormai superati "Zero"?Bastava soltanto la differenza di numero per scoraggiare ogni entusiasmo. Ma i giapponesi non si scoraggiarono. Non tanto per l'invisibile presenza dell'invocato dio salvatore, quanto per la convinzione su uomini che le tradizioni samurai avrebbero all'occorrenza trasformato in suicidi entusiasti della loro sorte. Una bomba poteva mancare il bersaglio, anche un siluro poteva, grazie ad una rapida virata del destinatario, proseguire la sua corsa senza colpirlo, potevano sbagliare le artiglierie delle navi da guerra: il kamikaze no. Egli puntava il muso del suo velivolo sull'obiettivo e, a meno che la contraerea navale non fosse riuscita a farlo esplodere in aria come una bolla di sapone, polverizzato dai quintali d'esplosivo che portava nel suo ventre, era sicuro di andare a schiantarsi sul ponte dell'unità nemica. Nacquero così i "kamikaze" e il "Corpo Speciale d'Attacco della Marina" denominato "Shimpu" che era un modo diverso di leggere la parola kamikaze, diversa dal"vento divino" di leggendaria memoria.

I piloti giapponesi avevano già adottato questa tattica suicida, il "tai-atari" o "tattica dell'investimento", specialmente durante la battaglia di Guadalcanal, quando i piloti di alcuni velivoli incendiati o troppo danneggiati per poter sperare di tornare alla base, si erano precipitati contro le navi o i bombardieri americani. Il 17 maggio 1944, un pilota si era lanciato con il suo "Zero" su di un cacciatorpediniere americano uccidendovi ventitrè uomini e provocando la perdita della nave in seguito all'incendio causato dall'urto. Qualche giorno dopo, un altro pilota era andato a schiantarsi contro la fiancata di una portaerei britannica, nell'Oceano Indiano, con un bimotore "Betty" che aveva a bordo due siluri con inneschi armati. Ma si trattava di operazioni singole, frutto di rabbia e di spirito di sacrificio, non già di un'operazione accuratamente studiata in partenza.

Il 19 ottobre 1944, nella base aerea della Marina imperiale di Mabalacat, isola di Luzon, arcipelago delle Filippine, l'ammiraglio Takijro Ohnishi, comandante delle Forze Aeree delle Filippine, radunò tutti i piloti e rivolse a loro queste parole: "Penso che vi sia, e lor signori dicano poi se sono d'accordo con me, una sola soluzione per supplire alla deficienza dei mezzi: organizzare reparti di attacco suicida. " Un mese prima aveva spiegato, in una nota allo Stato Maggiore a Tokyo: "Combattere secondo uno schema classico significherebbe far divorare i miei ragazzi da un nemico superiore per numero ed armamento. Quello che importa per un comandante, ormai, è di trovare per i suoi soldati una morte utile ed onorevole. Sono convinto che le 'operazioni di sacrificio' non sono nient'altro che un atto di immenso amore". Tutti i piloti presenti chiesero il grande onore di tradurre in pratica i suggerimenti tecnici e mistici di Ohnishi, spinti da qualcosa di religioso, di spirituale, che sfugge a chi non abbia vissuto le millenarie esperienze della cultura e della tradizione orientali. Nac

que così, ufficialmente, la più feroce ed eroica teoria dell'autodistruzione.

Il 25 ottobre, la prima formazione "Shimpu" attaccò la flotta americana ad oriente delle Filippine: sei piloti suicidi si sacrificarono affondando la portaerei "St. Lo" e un incrociatore e danneggiando le portaerei "Kalinin Bay" e "Kitkun Bay" e la nave da battaglia "White Plains". Ma la battaglia del golfo di Leyte si concluse con una catastofe per i giapponesi: le forze aeronavali americane affondarono quattro portaerei, tre corazzate, sei incrociatori pesanti, tre incrociatori leggeri e dieci cacciatorpediniere, per un totale di circa trecentomila tonnellate di naviglio da guerra, cioè più di un quarto di tutte le perdite giapponesi da Pearl Harbor in poi. La Marina imperiale, da quel giorno, non avrebbe svolto altro che un ruolo minore nella difesa del territorio nazionale. L'attività dei "kamikaze", tuttavia, non si fermò: dal 25 ottobre 1944 al 15 agosto 1945, scelsero il suicidio non meno di 2.630 aviatori di marina e 1.985 aviatori dell'esercito, per affondare non più di 34 navi alleate – tra le quali 3 portaerei di scorta ma nessuna altra grande nave – e danneggiarne 268 – tra le quali 16 grosse portaerei e 15 corazzate – queste ultime furono tutte riparate.

Oltre ai velivoli di tipo classico, i "Kamikaze" impiegarono anche una specie di bomba volante – progettata nel 1943 e costruita affrettatamente verso la fine del 1944 – che venne chiamata "Ohka" (che significa "Fiore di ciliegio" ma che gli americani battezzarono "Baka" che, in giapponese significa "Pazza"). Questa bomba volante era in pratica un aereo-razzo di costruzione cilindrica, interamente metallico, lungo circa 6 metri, ad ala bassa, con doppia deriva, con una cabina trasparente sulla parte superiore; gli strumenti di bordo erano soltanto un indicatore di velocità, un altimetro, un indicatore di assetto per mantenere il previsto angolo di planata e una bussola: era spinto da un motore a razzo a propellente solido che forniva una spinta di circa 800 kg. e una velocità di circa 600-800 km. /h; l'autonomia era di 88 chilometri. La fusoliera conteneva da 800 a 1200 chilogrammi di esplosivo, un carico molto maggiore dei 250 chilogrammi che trasportava lo "Zero". Data la sua scarsa autonomia, l'"Ohka" veniva trasportato nei pressi dell'obiettivo da un bimotore "Betty", attaccato mezzo dentro e mezzo fuori del compartimento delle bombe; una volta chiuso nel suo velivolo, il pilota non aveva più alcuna possibilità di uscirne o di cambiare idea.

L'"Ohka" veniva portato in quota dall'aereo-madre sui 6-8000 metri, dopo di che veniva sganciato ad una velocità intorno ai 300 km./h, avanzava per un lungo tratto per forza d'inerzia, poi accendeva il motore per raggiungere gli 800 km. /h ed infine si lanciava sul bersaglio in una picchiata di 50°.

Il primo impiego degli "Ohka" avvenne il 21 marzo 1945 contro una squadra navale americana a sud-est di Kyushu. Sedici di essi, trasportati da altrettanti bombardieri "Betty" e scortati da 30 caccia "Zero", si diressero verso l'obiettivo; giunti a 70 miglia furono affrontati da 50 caccia americani – tempestivamente avvisati dai radars – e fu una strage. Tutti i bombardieri e 15 caccia vennero abbattuti, mentre gli americani non subirono perdite. Per concorrere alla difesa dell'isola di Okinawa, ultimo bastione del Giappone, il 1° aprile 1945, tre "Ohka" riuscirono a sorprendere gli americani e si abbatterono sulla nave da battaglia "West Virginia" danneggiandola gravemente. Un attacco più massiccio venne effettuato il 6 aprile da 80 aerei "kamikaze", 160 "tokubetsu" (aerei suicidi dell'Esercito) e 8 "Ohka", scortati da 110 caccia: furono affondati due cacciator-

pediniere, un posamine e un mezzo da sbarco e danneggiate altre 20 unità, fra le quali un incrociatore, ma per i giapponesi fu un altro massacro: dei 358 apparecchi impiegati, tornarono alla base soltanto 41 caccia, tutti gli altri andarono perduti a causa degli attacchi suicidi o dei combattimenti contro i caccia americani. Nei successivi tre mesi di lotta per Okinawa, furono distrutti 7600 aerei giapponesi e 298 "ohka" contro la perdita, da parte degli americani, di 763 aerei, un cacciatorpediniere affondato e due altri danneggiati. I giapponesi stessi si resero conto della scarsa affidabilità degli "Ohka", aerei rudimentali e difficilissimi da manovrare: dei circa 800 velivoli costruiti, 457 non furono mai utilizzati.

L'ultimo attacco suicida – con aerei convenzionali – fu effettuato dall'ammiraglio Matome Ugaki, comandante la Quinta Flotta Aerea della Marina, con altri sei piloti. Il mattino del 15 agosto, poche ore prima che l'imperatore annunciasse la resa del Giappone, ad un ufficiale che gli manifestava l'inutilità dell'azione, Ugaki disse: "Questa è la mia ultima occasione di morire da guerriero; questa possibilità non mi deve essere negata" poi salì sull'aereo e andò a schiantarsi contro una nave nemica.

Durante la Seconda Guerra Mondiale apparve un nuovo tipo di guerra: *la guerra anfibia*. Fino dall'antichità gli uomini erano sbarcati, o avevano tentato di sbarcare, in terre straniere, su spiagge deserte o difese da uomini che cercavano di impedire agli invasori di prendere terra. Di queste operazioni di sbarco, molte ebbero successo, ma molte altre fallirono. Tanto per fare qualche esempio, citiamo lo sbarco dei persiani a Maratona, la conquista, da parte di Alessandro delle basi della flotta persiana, lo sbarco in Inghilterra di Guglielmo il Conquistatore nel 1066, lo sbarco dei "marines" americani a Derna – in Africa Settentrionale – nel 1805 e quello degli italiani in Libia durante la guerra italo-turca (1911-12), il tentativo di sbarco britannico a Tanga, nell'Africa Orientale Tedesca, nel 1914, fatto fallire dal generale von Lettow-Vorbeck.

L'operazione di sbarco più massiccia fu quella effettuata dai britannici a Gallipoli nell'aprile e nell'agosto 1915, che fallì con gravi perdite. L'insuccesso dell'operazione, compiuta impiegando un'eterogenea flottiglia di imbarcazioni di ogni tipo, con una notevole superiorità numerica di combattenti ed un potente appoggio del fuoco delle navi da guerra, non fu dovuto tanto alla resistenza turca, quanto alla mancanza di dottrina, mancanza di pianificazione, mancanza di coordinamento fra Esercito e Marina e mancanza di un comando aggressivo.

La fondamentale dottrina "anfibia" fu elaborata fra il 1922 ed il 1935 dal Corpo dei Marines degli USA. Sebbene fossero state apportate numerose modifiche al momento del suo impiego, questa si dimostrò corretta. La dottrina dei marines accentuò il ruolo del fuoco navale in sostituzione del fuoco d'artiglieria normalmente fornito ad un attacco di fanteria. Fu anche posta attenzione sui metodi d'imbarco e sbarco degli uomini, delle armi e dei rifornimenti; le unità dovevano essere mantenute il più possibile compatte così che il controllo venisse mantenuto.

Furono progettati particolari battelli da sbarco, con rampe mobili, per consentire una rapida presa di terra degli uomini e degli equipaggiamenti. Furono previsti speciali reparti, da sbarcare all'inizio, per individuare e segnare le spiagge; una superiorità aerea di tre a uno fu considerata necessaria per raggiungere il successo nell'assalto e furono elaborate tecniche per le comunicazioni navi-terra, aria navi e aria-terra.

La dottrina fu perfezionata, durante la Seconda Guerra Mondiale, sia dai marines sia dall'Esercito. Fra i più importanti nuovi sviluppi vi furono: 1)un nuovo accento sul bombardamento preliminare di tutte le difese ostili nella zona di sbarco, di assembramenti di truppe, di strade e ferrovie, particolarmente nelle zone di retroterra delle spiagge; 2) un notevole miglioramento ed aumento del supporto di fuoco navale; 3) creazione di una nuova serie di piccoli e medi battelli da sbarco, con profili più bassi, con maggior velocità, miglior protezione, con i tipi più avanzati in grado di muoversi in acqua e su terra; 4) sviluppo di una nuova serie di navi trasporto, la più rappresentativa fu quella con una rampa di prora che, abbattuta, poteva scaricare uomini, carri armati, armi pesanti, veicoli, rifornimenti, direttamente sulla spiaggia, consentendo così un rapido raggiungimento della terraferma ed un istantaneo attacco. La logistica navi-terra fu enormemente semplificata, il supporto di fuoco fu notevolmente ampliato ed il movimento dell'assalto accuratamente sincronizzato con il bombardamento aereo e navale. Lo sviluppo delle comunicazioni radio a viva voce fu essenziale per questi progressi.

Tuttavia, nonostante gli effetti del bombardamento preliminare, l'esperienza della Seconda Guerra Mondiale ha dimostrato che le forze difensive, protette da opere fortificate e interrate, possono sopravvivere al "fuoco di saturazione" del bombardamento aereo e navale e rimanere sufficientemente operative. Gli sbarchi a Tarawa nel Pacifico, a Salerno in Italia e sulla spiaggia Omaha in Normandia, il risultato di quest'ultimo fu molto dubbio fin dall'inizio e rimase in bilico per molte ore, ne sono i più classici esempi.

Il primo tentativo di sbarco – considerato un'incursione – contro la "Fortezza Europa", a Dieppe, nell'agosto del 1942, si risolse in un tremendo massacro che costò la perdita di migliaia di soldati canadesi per i molti errori e l'inadeguatezza del supporto navale e delle comunicazioni; ma questa esperienza diede un importante contributo per la messa a punto dello sbarco alleato in Normandia e salvò migliaia di vite due estati più tardi. Il margine per la vittoria, in ogni caso, fu fornito, in varia proporzione, da quattro risorse disponibili all'attaccante: un efficace supporto aereo in un ambiente di superiorità dell'aviazione; un efficace ed accurato supporto navale; l'abilità di far giungere sul campo i rinforzi più abbondantemente e più rapidamente dei difensori; la risorsa di una corretta dottrina, mediante la quale le truppe vennero efficientemente addestrate ed i loro comandanti resi aggressivamente fiduciosi.

Un elemento critico della dottrina anfibia fu il ben chiaro obiettivo non tanto di attraversare il tratto di mare per raggiungere le spiagge, ma l'attraversamento di queste ultime per raggiungere l'entroterra il più rapidamente possibile, con unità il più possibile compatte, con tutte le armi possibili ed i rifornimenti essenziali.

Durante la guerra le operazioni anfibie in Africa Settentrionale, sulle coste mediterranee dell'Europa, sulla coste del sud-est asiatico e sulle isole del Pacifico, furono così numerose che le disponibilità dei mezzi anfibi non furono mai sufficienti. Di conseguenza, nonostante la comunanza di dottrina, non vi fu mai una standardizzazione delle sue specifiche come: il movimento dalle navi alla spiaggia; il tipo di mezzi da usare per le ondate d'assalto e in che numero; quanto doveva essere il supporto di fuoco e corazzato per l'unità base, il "Batta

lion Landing Team-BLT" (battaglione da sbarco) una volta raggiunta la spiaggia. In Europa, prima dell'ultima invasione in Normandia, i BLT furono trasportati in mezzi da sbarco per fanteria, per veicoli e per carri armati. Nel Pacifico si aggiunsero mezzi anfibi cingolati ed altri cingolati corazzati e dotati di un cannone da 37 mm. e due mitragliatrici in torretta. L'impiego di questi mezzi variò da operazione a operazione, non secondo l'esperienza ma secondo il flusso dei materiali dalle fabbriche negli Stati Uniti al teatro di operazioni.[8]

Benché lo sbarco in Sicilia, nel 1943, sia stato la più grande invasione realizzata per numero di unità (7 divisioni sbarcate contemporaneamente), la *Normandia* è generalmente considerata la più complessa e classica operazione anfibia della storia militare: per questa ragione verrà qui di seguito illustrata nei suoi dettagli tecnici riportando alcune pagine di due mie ricerche precedenti.[9]

La preparazione dell'invasione era iniziata nel 1942 e la data di essa era stata stabilita per l'estate del 1943, ma la piega degli avvenimenti negli altri teatri d'operazioni aveva costretto gli alleati e rimandarla di un anno, in giugno 1944.

La gigantesca operazione, che non ebbe uguali nella storia delle guerre, fu il risultato di una stretta e fattiva collaborazione non soltanto fra nazioni alleate con le loro forze armate, ma anche fra organizzazioni civili e militari mai prima di allora verificatesi. Già nel 1943 si incominciò ad ammassare nel Regno Unito la forza necessaria all'invasione dell'Europa occidentale. Per realizzare questa enorme impresa logistica, fu necessario provvedere al trasporto, alloggio, ospedalizzazione, rifornimento, addestramento ed assistenza per 1.200.000 uomini, che sarebbero dovuti essere imbarcati negli Stati Uniti e trasportati, attraverso l'Atlantico infestato dai sommergibili, fino in Gran Bretagna.

Dovettero essere provveduti alloggiamenti e relativi servizi (caserme, accantonamenti, ospedali, magazzini, depositi e officine). Furono progettati ed approntati parcheggi per 50.000 veicoli militari e costruiti oltre 420 km. di ferrovie, mentre furono spediti oltre 20.000 carri ferroviari e 1.000 locomotive. La sola aviazione dell'Esercito richiese 163 aeroporti, sette centri per il personale navigante e complementi, alloggiamenti e servizi per 450.000 uomini e circa 750 ettari di opere varie e depositi. Nello stesso tempo vennero preordinate le installazioni da allestire poi in Francia: ospedali, magazzini, depositi, oleodotti, materiali da ponte, ferrovie. Furono ammassati in Gran Bretagna, per esempio, tutti i materiali da costruzione per riattare completamente il porto di Cherbourg, la cui distruzione era inevitabile.

Nel luglio 1943, il flusso dei materiali dagli Stati Uniti alla Gran Bretagna aveva raggiunto le 765.000 tonnellate mensili e poi aumentò fino a 1.950.000 tonnellate nel mese precedente l'attacco. Fu necessario costruire, o procurare dalle risorse disponibili, 3.780 mezzi d'assalto anfibi e 142 navi da carico.

Le difficoltà di uno sbarco di rilevante consistenza su di un territorio nemico protetto da moderne e massicce fortificazioni potevano essere paragonate a quelle di un assalto terrestre contro un sistema difensivo altamente organizzato.

---

[8] T.N. Dupuy: op. cit. pp. 258-262

[9] "Le istituzioni militari" – Uff. storico SME, Roma, 1986 e "Le battaglie che fecero la storia" – Mursia, Milano, 1989

Gli attaccanti – similmente ai loro antenati alla conquista di una fortezza – dovevano iniziare la manovra da una posizione di partenza dotata di tutti i mezzi per fornire un supporto di fuoco ed avanzare sul terreno scoperto fino a raggiungere l'impatto con le difese nemiche; in caso d'insuccesso, l'azione poteva essere ritentata o, alla peggio, le truppe potevano disimpegnarsi e trincerarsi. Ma nel caso dell'attacco anfibio progettato, l'operazione doveva essere effettuata senza una protezione diretta, attraverso una distesa d'acqua che non offriva alcun appiglio e da una zona di riunione lontana dalle 50 alle100 miglia.

L'elemento principale doveva essere la sorpresa, ma non esisteva alcuna tattica idonea a fornire la soluzione, che avrebbe dovuto essere ricercata con l'aiuto della tecnologia e dell'enorme potenziale industriale degli Stati Uniti. La "preparazione d'artiglieria" con la copertura di fuoco, della quantità e dell'intensità necessarie, doveva essere realizzata mediante l'impiego dei pezzi delle navi da guerra e di aerei con base sulla "portaerei inaffondabile" rappresentata dalla Gran Bretagna, tuttavia, il successo di "Overlord" – nome in codice che avrebbe assunto l'impresa – fu reso possibile principalmente grazie alla tecnologia.

Il primo elemento fondamentale fu la costruzione di speciali navi e mezzi da sbarco per consentire ai carri armati, veicoli, cannoni e uomini di raggiungere la terraferma il più rapidamente possibile e, una volta giunti, di non arenarsi sulle spiagge. Tali mezzi erano:

- LST(Landing Ship Tank)navi da sbarco per carri armati e veicoli;
- LCT(Landing Craft Tank)mezzi da sbarco per carri armati;
- LCI(Landing Craft Infantry)mezzi da sbarco per fanteria;
- LCM(Landing Craft Mechanized)mezzi da sbarco per truppe meccanizzate;
- LCVP(Landing Craft Vehicle and Personnel)mezzi da sbarco per veicoli e personale.

Il secondo fu il potenziale aereo usato offensivamente su vasta scala In appoggio diretto alle unità combattenti, sia nell'impedire l'afflusso di rinforzi e rifornimenti alle truppe nemiche di prima linea.

Il terzo fu l'impiego di veicoli corazzati particolarmente attrezzati quali: – il DD (Duplex Drive, lett: doppia guida), carro medio M4 equipaggiato con motore a doppia propulsione, elica e ruote, sullo scafo del quale era stata adattata una "salsiccia galleggiante" che gli permetteva di galleggiare fino a quando i cingoli non avessero toccato terra;

- il carro sminatore "Crab" (granchio) derivato dal precedente "Scorpion" (ambedue già impiegati ad El Alamein)dotato di un sistema costituito da un tamburo rotante sostenuto da due bracci sporgenti anteriormente allo scafo: lunghe catene fissate al tamburo battevano il terreno antistante in modo da far esplodere le mine e creando così un sentiero bonificato;
- il carro "Churchill III e IV AVRE (Armoured Vehicle Royal Engineers) armato di mortaio e predisposto per il trasporto di ponti d'assalto, di stenditappeti di canapa per rendere transitabili terreni fangosi, di fascine per colmare fossati, di cariche esplosive "bangalore"e altre similari:
  - l'ARC(Armoured Ramp Carrier) portarampe corazzato per il lancio di ponti;
  - il bulldozer corazzato Caterpillar per la rimozione di ostacoli;
  - il BARV (Beach Armoured Recovery Vehicle) speciale versione dell'M4 per il recupero dei mezzi danneggiati sulle spiagge di sbarco, la cui sovrastruttura

aveva una forma simile alla prua di una nave e che poteva operare immerso nell'acqua fino a tre metri di profondità.

L'obiettivo principale dell'organizzazione dell'impresa era non soltanto la pianificazione dell'attacco iniziale, ma anche la sincronizzazione di esso con un'organizzazione capace di provvedere ad un regolare flusso di rinforzi e rifornimenti.

La prima fase doveva essere quella relativa al concentramento delle truppe in data assai prossima al "D-Day" (giorno dello sbarco) ed il loro invio, nella massima segretezza consentita dalla situazione, in zone preordinate, divise in truppe d'assalto, primi rinforzi da tenersi come riserva galleggiante sul mare presso le spiagge, e truppe da far proseguire successivamente. Queste poi dovevano essere suddivise in gruppi di uomini e rispettivi carichi per i vari natanti predisposti, tenendo presente il principio che ogni,carico doveva essere equilibrato e cioè composto di truppe di ogni categoria e dei materiali e rifornimenti ad esse necessari per l'azione.

Per la seconda fase, quella dell'imbarco delle truppe d'assalto, delle riserve galleggianti, dell'ondata successiva e delle truppe incaricate dell'assestamento a terra, si doveva seguire lo stesso principio del carico bilanciato, tanto più che non potevano essere garantite le stesse condizioni avute nella prima ondata.

Nella terza fase, una volta assicurata la testa di sbarco, le forze dovevano essere sostenute e prontamente organizzate con un armonico ed ininterrotto flusso di rinforzi di uomini, materiali, munizioni e vettovaglie.

Il combinare un flusso uniforme di uomini e materiali di ogni genere può sembrare, a prima vista, un compito facile. Ma un vasto assieme di circostanze differenti governava la situazione del momento. Per la prima ondata d'attacco, navi e unità da sbarco potevano essere caricate prima dell'inizio delle operazioni; la loro riunione e l'imbarco del carico, tenendo presente che nulla doveva mancare al combattente anche se un certo numero di navi fosse stato affondato, era un compito difficile ma semplice in confronto al problema dei successivi rifornimenti; per questo servizio le navi non potevano essere caricate con anticipo dovendo fare la spola, avanti e indietro, attraverso la Manica; quindi il loro compito avrebbe avuto fine soltanto a guerra terminata.

Il primo passo nell'affrontare il problema del mantenimento consisteva nel prevedere, alla luce delle esperienze passate, le probabili necessità di una forza in sviluppo, avendo riguardo alla prevista natura dell'operazione, sia per il probabile ritmo del movimento, sia per la possibile durezza dei combattimenti. Questo richiese una stima, accuratamente ponderata, in relazione al numero degli uomini, carri armati, veicoli e cannoni che si sperava di sbarcare giornalmente ed alla luce di tutte le informazioni ottenute sul terreno e sulla disposizione delle forze del nemico. La quantità delle razioni necessarie fu un semplice calcolo, ma la stima del consumo probabile delle munizioni di ogni tipo e del carburante richiese una profonda esperienza.

Così, dimensioni, carichi, percorsi della grande flotta di navi di caratteristiche tanto differenti, furono gradualmente determinati. Seguì poi l'esame della capacità di scarico sulle teste di sbarco, ammettendo possibili perdite o danni a causa di azioni nemiche o del tempo. Considerando che le navi non erano tutte dello stesso tipo o standardizzate, ognuna di esse doveva essere trattata come

un'entità separata. Ma non fu che dopo un grandissimo numero di elaborati calcoli, controllati e ricontrollati, che fu possibile arrivare ad una cifra molto approssimata del numero di uomini e del tonnellaggio materiali e rifornimenti che dovevano essere portati presso la testa di sbarco, in vicinanza della zona d'assalto. Anche allora, il ritmo di scarico dipendeva, in parte, da un altro fattore: la capacità di trasporto dalla nave alla spiaggia da parte degli speciali mezzi da sbarco, i DUKW (D: 1942 anno di progettazione; U: anfibio; K: trazione integrale su sei ruote; W: doppio asse elica posteriore), delle barche e degli altri natanti da traghetto, tutti da requisire e molti da adattare in anticipo.

Il mantenimento di una divisione di truppe davanti al nemico richiedeva, a quel tempo, un quantitativo di generi in natura di 300-400 tonnellate al giorno. Dato che il primo obiettivo dello sbarco in Normandia per la campagna di Francia era la formazione di una forza di 26-30 divisioni a cui doveva far seguito un rinforzo di 3-5 divisioni al mese, nel primo periodo di operazioni era previsto un quantitativo fra le 8000 e le 12000 tonnellate al giorno, senza contare i materiali per il consolidamento; di più si doveva tener presente che questo quantitativo avrebbe dovuto essere aumentato di 1000-2000 tonnellate al giorno, oltre al trasporto delle divisioni destinate a sostegno.

La stima del tonnellaggio giornaliero da scaricare imponeva il possesso di almeno un porto, poiché operazioni di questo genere e mole non potevano assolutamente essere effettuate in spiagge aperte ed alla mercè delle vicissitudini del tempo. La conquista, in tempi brevi, dei due porti più vicini alla zona d'invasione, Caen e Cherbourg, era una speranza ma non una certezza. La soluzione a questo problema venne da una grande idea non di nuova concezione ma sviluppo di una tecnica già nota. Essendo stata dimostrata la possibilità di fabbricare rapidamente grosse strutture in calcestruzzo, si pensò che sarebbe stato possibile costruire un porto, portarlo sezionato attraverso la Manica e sistemarlo per uso dell'invasione della costa. Tale porto doveva avere dei moli abbastanza forti per appoggiarsi sulla spiaggia a bassa marea e sollevarsi man mano con l'alta, con una sufficiente flessibilità per resistere ai movimenti incomposti delle onde. Nacque così il progetto dei porti artificiali – ai quali fu dato il nome ufficiale di "Mulberry" (mora) – composti da un frangiflutti galleggiante esterno di bombardoni(grossi bidoni metallici) e da moli galleggianti interni fatti con cassoni prefabbricati di calcestruzzo e sporgenti dalle spiagge fino a delle testate dove si sarebbero compiute le operazioni di scarico.

L'intera organizzazione dei "Mulberry" prevedeva dunque il rapido scarico delle navi ed il loro riparo dal mare durante quella operazione. Ma mentre le navi costiere e quelle da sbarco potevano utilizzare le testate mobili dei moli galleggianti, le navi maggiori dovevano compiere le loro operazioni di scarico entro barche, chiatte, autocarri anfibi ed ogni sorta di piccoli galleggianti. Alla necessità di provvedere un riparo dalle intemperie del mare a tutte queste imbarcazioni di difficile sostituzione, fu sopperito mediante il progetto di "porti di ridosso", formati da una barriera di navi da blocco affondate e che prese il nome convenzionale di "Gooseberry" (uva spina). Venne dato il via all'approntamento della già citata PLUTO per trasportare dalla Gran Bretagna al continente benzina e nafta. Le tubazioni raggiunsero la zona d'invasione posate sul fondo del Canale della Manica; nel corso dell'avanzata alleata si allungarono progres-

sivamente verso est fino a raggiungere Francoforte sul Meno, con una capacità giornaliera di 4, 5 milioni di litri.

Fu anche attivato il procedimento FIDO (Fog Intensive Dispersal Of: dispersione intensiva della nebbia)che permise di sciogliere, fino ad una certa altezza, la nebbia stagnante sugli aeroporti; poiché la nebbia, in Inghilterra, sopravveniva con una certa rapidità, questo rappresentava un grave pericolo per gli aeroplani e sopratutto per le grosse formazioni che rientravano dalle incursioni sulla Germania con i serbatoi quasi vuoti e che non erano in grado di resistere a lungo in aria finché ogni singolo apparecchio venisse pilotato a terra con procedimenti di volo cieco. In precedenza, l'improvviso addensarsi della nebbia aveva provocato perdite fra gli aeroplani costretti ad atterraggi di fortuna mal riusciti.

La necessità di far fronte alle richieste essenziali, determinava il più dettagliato controllo sul naviglio che mai si fosse avuto. Detto controllo concerneva il carico effettivo delle navi, il piano preventivo del carico stesso ed il loro movimento in mare. Il dire che l'ultimo oggetto imbarcato su una nave doveva essere il primo a sbarcare sembra ovvio, ma in questo caso diveniva di vitale importanza. Le armate sbarcate dovevano avere "le prime cose prima" e ciò voleva dire che il carico delle navi traghetto attraverso la Manica doveva essere fatto sulla base "le prime cose ultime" quando si trattava delle singole navi.

Altra complicazione consisteva nella pregiudiziale di cui già si è fatto cenno, specificata come "carico bilanciato". In complesso, questo non era che il mezzo di assicurare alle unità combattenti ciò di cui, e quando, avessero avuto bisogno e voleva dire che una nave che trasportava autocarri doveva anche imbarcare gli uomini ed il carburante destinati a questi veicoli; voleva dire che se i cannoni di un certo tipo erano su una certa nave, un carico di munizioni per quei cannoni doveva essere su quella stessa nave; voleva dire che bisognava essere sicuri che un carico di meccanici non viaggiasse con cucine da campo e che i cuochi ed i panettieri non venissero imbarcati con apparecchi di dragaggio o materiali per la costruzione di ponti.

Il preordinamento del carico fu frutto di precedenti amare esperienze, ultima delle quali durante la campagna di Norvegia, quando venne effettuato un invio di pezzi controaerei: i cannoni furono imbarcati su di una nave con sistemazione atta ad imbarcarli e sbarcarli, mentre le munizioni relative furono inviate con una nave le cui stive si adattavano a quel carico; sfortunatamente, la nave delle munizioni fu vittima di un attacco nemico ed il risultato fu che le truppe ricevettero molti cannoni che furono del tutti inutili perché il munizionamento era stato affondato. Così il principio del "carico bilanciato" divenne un vero dogma per prevenire il ripetersi di simili incidenti; i cannoni e le loro munizioni dovevano essere imbarcati sulla stessa nave in modo che la perdita di un'unità avrebbe potuto condurre ad una riduzione di potenza ma non reso senza effetto tutto il rifornimento. Il rispetto di questo dogma comportò altre difficoltà. Una nave poteva essere molto adatta al trasporto di carri o veicoli, ma non ad alloggiare conducenti ed equipaggi e poteva essere inadatta al trasporto di benzina senza compromettere la sua incolumità; parimenti, una nave poteva essere idonea a portare munizioni ma non cannoni perché i suoi alberi di carico erano incapaci di sostenerne il peso. La sola via per superare queste difficoltà fu quella di apportare modifiche strutturali alle navi con un ulteriore sovraccarico dei cantieri

già impegnati per le costruzioni in atto e le ordinarie riparazioni delle navi.

Per assicurare poi che ogni nave trasportasse nel minimo tempo i rifornimenti e che questi fossero fatti pervenire nelle quantità e qualità necessarie ai reparti combattenti, furono create due altre organizzazioni: una per il controllo sulla rapidità dei convogli nei due sensi, che ebbe il nome di TURCO (Turn-Round Control Organization) e l'altra per il controllo dello smistamento dei materiali di consolidamento chiamata brevemente BUCO (Build-Up Control Organization). Sia TURCO che BUCO avevano lo stesso obiettivo: ridurre al minimo, e se possibile eliminare, ogni ragione di ritardo, il che aveva per effetto l'economia del tonnellaggio. Ma mentre TURCO aveva a che fare sia con il cammino delle navi verso i porti ove dovevano essere subito messi a disposizione posti di ormeggio e carichi, sia con la riunione delle navi in convogli e con il loro allontanamento dalla zona della testa di sbarco al più presto possibile, BUCO doveva occuparsi dei problemi più involuti: coordinare cioè tutto il tonnellaggio disponibile secondo le necessità delle autorità militari.

Dall'altra parte della barricata, quando nel dicembre 1943 il feldmaresciallo Rommel assunse il comando del Gruppo d'Armate B, incaricato della difesa del fronte della Manica, la consistenza degli apprestamenti difensivi della zona interessata all'invasione era ben lontana da quella ufficialmente conclamata con le dichiarazione sul famoso "Vallo Atlantico". I porti lungo le circa quattrocento miglia della costa della Manica erano naturalmente ben fortificati; vi erano inoltre alcune piazzeforti, come quella del Capo Gris Nez, armate con cannoni da 406 mm. e nelle isole del Canale con undici batterie pesanti, ma l'intera costa non aveva più di 37 cannoni di grosso calibro sebbene guarnita da numerosissimi "bunker" con pezzi medi e leggeri e dotata di una fascia irregolare e discontinua di filo spinato e mine che copriva le spiagge più aperte. Dopo il suo arrivo vennero interrate altri quattro milioni di mine e mezzo milione di ostacoli contro gli sbarchi sia dal mare sia dall'aria che, per la maggior parte, furono costituiti da spezzoni di binari sporgenti dalle spiagge e dalla battigia e chiamati "Rommelspargeln" (asparagi di Rommel).

Hitler e l'OKW(Oberkommando Wehrmacht) non ritenevano possibile un'invasione alla foce della Senna e lungo le coste del Calvados poiché quella costa aveva fondali rocciosi, e per questa ragione le difese in questa zona non erano consistenti. Rommel, invece, non si aspettava uno sbarco nella zona di Calais, convinto che il nemico non avrebbe cozzato contro le difese più dure solo per abbreviare il viaggio in mare e riteneva la zona più pericolosa nel tratto di costa fra la Somme e la baia di St. Malò – ad esclusione della penisola del Cotentin che, pur presentando porti favorevoli, era un settore che avrebbe ristretto le operazioni dopo lo sbarco – impiegò quindi tutte le sue energie per rafforzarne le difese.

Ritornando nel campo degli alleati, contemporaneamente all'organizzazione logistica si avviò anche la pianificazione dell'attacco alle spiagge. L'argomento dello sbarco in Normandia – effettuato su di un fronte di 70 miglia da quindici divisioni, delle quali cinque di prima ondata e tre di paracadutisti lanciate alle spalle del nemico – è stato, per decenni, ampiamente affrontato e illustrato da protagonisti e da esperti di diverse nazionalità; ci limiteremo pertanto ad illustrare la pianificazione della parte navale di "Overlord" – denominata "Operazione Neptune" – meno conosciuta.

Pochi sanno fino a che punto la decisione alleata di sbarcare in Normandia sia stata determinata da considerazioni puramente navali. La scelta strategica era limitata dalla necessità di disporre di uno specchio d'acqua sufficiente per 1213 navi da guerra e 2470 navi e battelli da sbarco (più altre 1656 altre navi per le operazioni di supporto ed i successivi convogli per il trasporto di ulteriori truppe e dei rifornimenti delle armate una volta attestate sul continente).

Soltanto a sud dell'isola di Wight, nel Canale della Manica, vi era sufficiente spazio per radunare una tale "Armada" e consentire l'afflusso delle forze dai piccoli porti sui fianchi dell'area Southampton-Portsmouth. Lo stretto di Dover era troppo angusto, i porti nel Devon e nella Cornovaglia troppo lontani per consentire alle navi di passare inosservate di notte dall'altra parte del Canale ed i porti dell'Inghilterra sud-orientale, che avrebbero consentito un percorso più breve e diretto, erano troppo piccoli per contenere la forza d'invasione prevista.

Anche la data (D-Day) e l'ora (H-hour) dell'assalto furono determinate da considerazioni navali. Era essenziale che l'ondata d'assalto iniziale attraversasse il Canale durante l'oscurità ed il problema era di averne abbastanza perché a quella latitudine, in giugno, incominciava a rischiarare alle 0300 ed alle 0430 il giorno spuntava; lo sbarco doveva avvenire alla luce del giorno per un accurato pilotaggio dei mezzi da sbarco, un preciso fuoco d'appoggio delle artiglierie navali e per consentire ai genieri di più facilmente individuare gli ostacoli sulle spiagge. Un fattore insolito era la marea. Sulla costa normanna il montante medio era di 18 piedi (1 piede = mt. 0, 304) ed il massimo di 25. Il gradiente costiero era molto graduale, soltanto un piede per cento. Con queste condizioni, l'Esercito desiderava effettuare i primi sbarchi ad un'ora di alta marea per ridurre il tempo necessario a percorrere le spiagge esposte al fuoco nemico e contava su una seconda alta marea durante il D-Day per le successive ondate d'assalto. La Marina, al contrario, sosteneva uno sbarco con la bassa marea, che avrebbe consentito ai mezzi da sbarco di toccar terra al di fuori degli ostacoli ed ai genieri di effettuare le demolizioni prima dell'alta marea. Infine, l'Aviazione richiedeva una sufficiente luce lunare per identificare gli obiettivi sui quali avrebbero dovuto essere lanciate le truppe aviotrasportate. Dopo numerose discussioni e come compromesso, fu deciso che l'ora H avrebbe dovuto essere compresa fra una e tre ore dopo la minima bassa marea e fra dodici minuti prima e novanta minuti dopo il levare del sole che, dal 6 all'8 giugno 1944, doveva avvenire alle 0558.

In giugno vi erano soltanto due gruppi di tre giorni nei quali si sarebbero verificate tutte le condizioni desiderate: dal 5 al 7 e dal 18 al 20. Il D-Day avrebbe dovuto essere il primo nel quale le condizioni meteorologiche avrebbero permesso alle truppe da sbarco di raggiungere le spiagge. Ma se si fosse atteso il giorno in cui tutto fosse stato perfetto, l'operazione non avrebbe potuto mai aver luogo. La scelta finale, come lo stesso piano, doveva essere un compromesso ed avrebbe dovuto essere fatta con molto anticipo, con l'aiuto dei meteorologhi, poiché le unità dovevano iniziare i movimenti sei giorni prima della data stabilita. Dovevano essere prese anche misure per un'eventuale dilazione qualora le condizioni atmosferiche si fossero peggiorate, ed essere elaborati piani per l'inversione della rotta delle navi ed il loro ritorno nei porti.

Il giorno fissato per lo sbarco era il 5 giugno ma, per il peggiorare delle condizioni atmosferiche fu rimandato di ventiquattr'ore, quando le previsioni dava-

no per il mattino un probabile periodo di trentasei ore di condizioni relativamente buone. I reparti rimasero a bordo per un giorno (alcune navi avevano già avuto ordine di salpare) e lo sbarco, su decisione del generale Dwight Eisenhower, Comandante Supremo, avvenne il 6 giugno 1944 alle 0630 (i paracadutisti avevano iniziato i lanci alle 0015) ed ebbe successo nonostante momenti pericolosissimi, specialmente su una delle spiagge (Omaha) dove il primo giorno caddero 2500 uomini. Il 12 giugno, con l'occupazione di Carentan, veniva realizzata la saldatura fra le spiagge americane e britanniche: le cinque spiagge erano state così congiunte ed era stata costituita la grande testa di sbarco destinata ad essere il trampolino dell'invasione della Francia e della Germania.

In nove giorni vennero sbarcati circa 500.000 uomini, quasi 80.000 veicoli; al ventottesimo giorno le quote erano salite rispettivamente a 1.000.000 di uomini e più di 170.000 veicoli, che successivamente arrivarono al totale di 5.000.000 di uomini, 1.000.000 di veicoli e 18.000.000 di tonnellate di munizioni e rifornimenti.

Il valore dei comandanti alleati si manifestò principalmente con la preparazione e le sorprendenti realizzazioni tecniche. Essi riuscirono, nel campo tecnico e nell'organizzazione, specialmente nel coordinare e nel comandare i tre rami delle forze armate come se si fosse trattato di uno solo.

Tecnologia ed arte militare aerea.

Gli sviluppi della tecnologia furono determinanti per l'ulteriore seguito della guerra aerea. Ambedue le parti belligeranti svolsero una costante ricerca di perfezionamento dei velivoli di ogni tipo già esistenti e si introdussero in servizio nuovi tipi di aeroplani creati sfruttando le esperienze di guerra.

La *Luftwaffe* adottò un nuovo tipo di caccia monomotore, il "Focke Wulf 190", con caratteristiche così elevate, sia nel salire in quota, sia in velocità (max 740 km/h), sia in fatto di maneggevolezza, da dimostrarsi superiore non soltanto al Me-109, ma anche allo Spitfire dell'ultima serie. Contrariamente al tradizionale indirizzo della progettazione aeronautica tedesca, che in fatto di velivoli da caccia considerava più convenienti i motori in linea con raffreddamento a liquido, il FW-190 aveva un motore stellare munito di una grossa ventola di aerazione – azionata dal motore stesso – che forniva un supplemento di raffreddamento per il circuito dell'olio ed il cui alloggiamento era stato ricavato nell'interno della fusoliera. Dopo alcune apparizioni di pochi esemplari nella seconda metà del 1941, armati con quattro mitragliatrici che sparavano attraverso il disco dell'elica – due sistemate all'attaccatura delle ali con la fusoliera e due nella parte superiore della fusoliera stessa davanti al posto di pilotaggio – la serie definitiva fu dotata di un motore di 2100 HP, di quattro cannoni da 20 mm. e due mitragliatrici da 13 mm., ed equipaggiò diversi "Jagdgeschwadern" (gruppi da caccia). Il primo massiccio intervento dei FW-190 fu per la protezione dei due potenti incrociatori da battaglia "Scharnhorst" e "Gneisenau" che, dal porto di Brest sull'Atlantico, si trasferirono, compiendo un'epica impresa, nelle basi tedesche attraverso la Manica e lo stretto di Dover, nonostante i ripetuti e violenti attacchi dei caccia e degli aerosiluranti della RAF.

I tedeschi aumentarono notevolmente la produzione del quadrimotore da trasporto "Focke-Wulf 200 Condor" che, dal 1940 era stato trasformato in ricognitore e bombardiere a lungo raggio; questo velivolo, dotato di quattro motori stellari per una potenza complessiva di 3800 HP che gli conferivano una velocità max di 385 km/h, un'autonomia di 3500 km. e una capacità di carico di 1300 kg. di bombe era armato di due cannoncini da 20 mm. e 6 mitragliatrici; nel 1940-41 aveva dato del filo da torcere ai britannici: oltre che attaccare ed affondare un gran numero di navi da trasporto, costituirono un grave pericolo per i convogli, contribuendo alla loro tempestiva individuazione e guidando contro di essi i sommergibili. Churchill ammise senza reticenze che l'impiego di questi velivoli ebbe conseguenze catastrofiche; ma quando sui trasporti britannici fu installato il meccanismo CAM (Catapult Aircraft Merchantmen), che permetteva di lanciare i caccia Hurricane, ogni vantaggio del Condor fu annullato ed esso ritornò alla sua funzione originaria di trasporto, particolarmente per rifornire Stalingrado assediata.

Un altro aereo modificato nel 1942, e che ebbe un notevole successo, fu il famoso Ju-87 da picchiata, la cui variante Ju-87 G-1, con due cannoni da 37 mm., specializzata per l'esclusivo impiego controcarro ed impiegata sul fronte orientale, si rivelò un'arma micidiale: il solo colonnello Hans Ulrich Rudel, in 2530 missioni di guerra, dopo aver affondato in picchiata la corazzata sovietica "Marat" da 23.000 tonnellate, distrusse a cannonate 518 carri armati sovietici.

Fra i tipi di velivoli realizzati dalla Germania durante gli ultimi anni di guerra, ma scarsamen-te impiegati per diverse ragioni, due particolarmente sono degni di nota. Il caccia notturno Heinkel "He-219 Uhu" (civetta), monoplano ad ala alta, dotato di due motori da 1750 HP, che gli consentivano una velocità di 670 km/h e di apparecchiature radar; il suo armamento era formidabile: sei cannoni da 30 mm. e due da 20 mm. , alcuni in torrette telecomandate; inoltre fu il primo aeroplano al mondo ad essere dotato di sedili eiettabili per l'equipaggio (due uomini); fu senza dubbio il miglior caccia notturno a pistoni della Seconda Guerra Mondiale: durante uno spaventoso bombardamento su Dusseldorf, un solo He-219 abbattè, in rapidissima successione, cinque bombardieri quadrimotori "Lancaster" e, nelle dieci notti che seguirono, altri dieci He-219 abbatterono 20 bombardieri, tra i quali sei "Mosquitos" che, grazie alla loro velocità, erano considerati pressochè invulnerabili. Purtroppo per la Luftwaffe, i continui bombardamenti della fabbrica di Rostock-Marienehe impedirono alla Heinkel di produrre in serie questo ottimo aereo: infatti, dalle catene di montaggio ne uscirono meno di 300. L'altro velivolo fu l'unico bombardiere strategico messo in campo dalla Germania durante la guerra (fine 1942), l'Heinkel "He-177", bimotore ad ala bassa con due motori da 2700 HP ciacuno, velocità 510 km/h, autonomia 1200 km., armamento 5 mitragliatrici e un cannone da 20 mm., capacità di carico 2400 kg. di bombe; l'aereo si dimostrò poco affidabile ed insicuro nonostante le numerose modifiche; non fu mai impiegato come bombardiere strategico e dei circa 1000 esemplari costruiti, soltanto un paio di centinaia furono operativi, gli altri rimasero inutilizzati a terra fino al termine del conflitto.

La più grande e rivoluzionaria realizzazione dell'industria aeronautica tedesca fu l'*aereo a reazione*, che chiuse l'era dell'aeroplano da combattimento ad elica e che aprì quella del caccia moderno, il "Me-262", che non fu il primo ae-

reo a reazione del mondo, ma lo fu come primo velivolo da combattimento. La storia di questa macchina è molto lunga e noi qui la illustreremo per sommi capi. Prima però, descriveremo, in poche parole, il principio del motore a reazione o "turbogetto": l'aria che entra dalle prese anteriori viene compressa dal compressore nella camera di combustione in cui viene iniettato il carburante (kerosene) il quale brucia sviluppando una grande quantità di gas; questi, uscendo, vanno a colpire le palette di una turbina che ha il compito di far girare il compressore al quale è collegata da un albero di trasmissione; i gas poi escono dalla parte posteriore del motore impartendo al velivolo, per reazione, un impulso in avanti pari al prodotto della loro massa per la loro velocità. Contrariamente agli aeroplani ad elica, quelli a reazione non si "appoggiano" sull'aria.

Nel 1920, alcuni tecnici della Deutsche Rakete Gesellschaft portarono a termine una ricerca su motori a reazione con combustibile liquido. Ma fu un giovane fisico, Pabst von Ohain, che, nel 1936, progettò, per conto della Heinkel, il primo propulsore a reazione tedesco montato poi sull'Heinkel "He-178", che fece il suo primo volo il 27 luglio 1939. Nello stesso anno anche la Messerschmitt fece volare un aereo a reazione – progettato dal fisico Alexander Lippisch – e si aggiudicò, dal Ministero dell'Aeronautica tedesco, l'incarico di mettere a punto un velivolo da caccia di questo tipo.

Il primo esemplare, il "Me-262V3", fu collaudato il 18 luglio 1942; seguirono altri prototipi, ma lo sviluppo del velivolo continuò a rilento per contrastanti interferenze che si verificaron a livello militare e politico. Nel 1943, il generale Galland – asso dei piloti da caccia – collaudò il prototipo "Me-262V4" e Göring, entusiasta, ne parlò a Hitler che tuttavia ne vietò la produzione in serie. L'ingegner Messerschmitt continuò in segreto a migliorarlo: il 26 novembre 1943 fu nuovamente presentato a Hitler il quale, impressionato dalle sue caratteristiche, ordinò che venisse messo in produzione come bombardiere con le parole: "Da anni io voglio dalla Luftwaffe il bombardiere veloce che raggiunga con sicurezza il proprio obiettivo nonostante la difesa della caccia nemica. In questo aereo, che mi viene presentato come apparecchio da caccia, io vedo il "bombardiere lampo" con cui respingerò l'invasione nella sua prima e più debole fase. Esso potrà irrompere sulle masse di materiale e di uomini appena sbarcate, nonostante lo schermo aereo nemico, causando panico, morte e distruzione. Ecco finalmente il bombardiere lampo!Naturalmente, nessuno di lor signori ci aveva pensato!" "Messerschmitt e io (Galland n. d. r.) cercammo disperatamente di smantellare a tutti i costi questa decisione insensata. I piloti da caccia tedeschi avevano il diritto di chiedere per sé quell'apparecchio da caccia di qualità superiore. "[10]

Così il "Me-262 Schwalbe" (rondine) fu trasformato nel bombardiere Me-262 Sturmvogel" (uccello di tempesta) in grado di trasportare una tonnellata di bombe. Nell'estate del 1944 furono pronti 568 Me-262, dei quali 497 da bombardamento; soltanto poche unità operarono contro le forze d'invasione degli alleati, conseguendo talvolta dei successi, non maggiori però di quelli occasionalmente realizzati da altri tipi tradizionali. Finalmente, nel febbraio 1945, Hitler

[10] A. Galland: "Il primo e l'ultimo" – Longanesi, Milano, 1968 pp. 539-40,545

ordinò di dare la priorità ai Me-262 da caccia, anche perché, nel frattempo, era stato prodotto l'"Arado 234", bombardiere bireattore, che però, pur essendo un ottimo velivolo, entrò in linea troppo tardi. Il Me-262 da caccia, dei quali solo un centinaio partecipò al conflitto, compìrono imprese eccezionali in relazione al loro modesto numero: il pilota Walter, da solo, abbattè numerosi "Mosquitos" nel cielo di Berlino. Il 7 aprile, un pugno di Me-262, al comando del generale Galland e dotati di razzi da 5 cm., affrontò una formazione di B-17 sulla Westfalia e ne distrusse ventiquattro. Qui di seguito descriviamo la caratteristiche del Me-262 e dell'"Arado 234".

Il "*Me-262 Schwalbe*" era dotato di due motori Junkers Jumo 004 da circa 1100 kg. di spinta, che gli conferivano una velocità massima di circa 850 km/h a 7000 metri di quota – più di 200 km/h sui più moderni caccia alleati dell'epoca – con un'autonomia di oltre 1000 km.; il peso era intorno alle 7 tonnellate; l'armamento era costituito da 4 cannoni da 30 mm., nelle ultime settimane di guerra, su ogni aereo, vennero montati 24 razzi aria- aria R4M da 50 mm. con una carica di esplosivo di 500 grammi, ognuno dei quali poteva distruggere un quadrimotore pesante da bombardamento. Altre caratteristiche che lo rendevano unico al mondo erano: piano fisso variabile in volo per variare l'assetto alle velocità critiche, ala a freccia, alettoni multipli e comandi mossi da servomotori, seggiolino eiettabile e paracadute a spicchi con annessa bombola d'ossigeno d'emergenza per i lanci a grande altezza ed alta velocità, collimatore giroscopico, radar.

Il ritardo di sei mesi nel suo impiego come cacciatore, a causa dell'insistenza di Hitler per trasformarlo in bombardiere, fu una fortuna per gli alleati poiché, se fosse stato utilizzato subito nell'unico ruolo congeniale, avrebbe potuto modificare il corso della guerra.

L'"*Arado 234 Blitz*" (lampo) era un monoplano ad ala alta con due motori Jumo 004 da 1000 kg. di spinta, che gli consentivano una velocità massima di 740 km/h a 6000 metri di quota ed un'autonomia di 1630 km.; l'armamento difensivo era di due mitragliatrici da 20 mm. ed il carico bellico 1500 kg. di bombe. Alcuni apparecchi furono impiegati anche come ricognitori.

I tedeschi accrebbero ulteriormente anche la potenzialità delle *bombe d'aereo* aumentandone il peso e migliorandone gli effetti con esplosivi più efficaci, nuove camicie per spezzoni e caratteristiche balistiche con un miglior coefficiente di forma e sistemi di propulsione a razzo per bombe speciali. Nell'estate 1943, la Luftwaffe impiegò per la prima volta due nuove armi e precisamente due diversi tipi di bombe radiocomandate. Quella di tipo più piccolo, la "Henschel 293", era una bomba planante del peso di circa 450 kg., adatta contro i cacciatorpediniere ed il naviglio mercantile; quella di maggiori dimensioni, la "FX", era una bomba di elevata capacità perforante, radiocomandata, munita di alette e del peso di circa 1500 kg., idonea contro gli incrociatori e le navi da battaglia. Tali bombe ottennero notevoli successi, nel settembre 1943, contro le navi alleate davanti a Salerno e contro le unità navali italiane che si portavano a Malta in base alle clausole d'armistizio. Il 9 settembre, la corazzata italiana "Roma" venne colpita da una di queste bombe che ne determinarono il capovolgimento, mentre la corazzata "Italia" fu danneggiata da un'altra bomba che attraversò due ponti, esplodendo poi in mare. L'11 settembre, davanti a Salerno, furono danneggiati, ciascuno da una

bomba radiocomandata, i due incrociatori statunitensi "Philadelphia" e "Savannah". Cinque giorni dopo, e cioè il 16 settembre, fu la volta della corazzata inglese "Warspite" che venne colpita da una bomba che produsse danni gravissimi, ma tuttavia potè essere rimorchiata a Malta. Queste bombe ottennero considerevoli risultati anche dopo lo sbarco alleato ad Anzio; furono infatti affondati in quelle acque il cacciatorpediniere "Janus" Il 23 gennaio 1944, l'incrociatore "Spartan" il 29 gennaio, il cacciatorpediniere "Inglefield" il 25 febbraio. I velivoli specialmente attrezzati per il lancio di queste bombe furono i "Do-217", più grandi e più potenti dei loro predecessori "Do-17" che, insieme agli "He-111" furono i più diffusi bombardieri della Luftwaffe.[11]

Verso la fine della guerra, la Germania approntò anche un missile terra-aria lo "Henschel-117 Schmetterling" (farfalla) per la difesa controaerea, che si dimostrò molto efficace ma fu impiegato soltanto nel maggio 1945, pochi giorni prima che terminasse il conflitto.

L'*Aeronautica Italiana* risentì delle difficoltà di produzione industriale e, soltanto nel 1943, ebbe in dotazione l'ultimo aereo da caccia della generazione Macchi, il Mc-205, che si dimostrò pari, se non superiore, ai migliori caccia prodotti dalle industrie americane, britanniche e tedesche. Dotato di un motore Daimler Benz da 1475 HP, poteva raggiungere una velocità di 650 km/h a 7400 metri di quota ed aveva un'autonomia di 1040 km.; fu l'unico aereo da combattimento italiano ad avere un armamento competitivo, rappresentato da due mitragliatrici e due cannoncini alari da 20 mm. Collaudato nel 1942, divenne operativo nell'aprile del 1943 e fu impiegato nel Mediterraneo e in Sicilia all'epoca dello sbarco alleato; costituì anche il nucleo dell'aviazione da caccia della Repubblica Sociale Italiana. La Macchi, dall'ottobre 1942 al maggio 1944, ne costruì circa 300 esemplari. Anche l'Aeronautica italiana ebbe, sebbene in ritardo, il suo bombardiere strategico che fu considerato a livello della migliore produzione internazionale: il "Piaggio P-108", quadrimotore ad ala bassa, con struttura e rivestimento interamente metallici e carrello retrattile; i suoi quattro motori Piaggio da 1350 HP ciascuno gli conferivano una velocità massima di 420 km/h a 3900 mt. di quota e un'autonomia di 3520 km.; l'armamento difensivo era rappresentato da sette mitragliatrici e quello offensivo da 3500 kg. di bombe. Pur avendo effettuato il primo volo nel 1939, dovette seguire una lunga serie di collaudi, valutazioni e modifiche e numerosi furono gli incidenti; la sua prima uscita operativa potè avvenire soltanto nel giugno 1942 ma, fino al settembre 1943, non ebbe un gran peso nella guerra aerea poiché ne furono costruiti soltanto 24 esemplari.

Sebbene non abbia avuto un impiego e abbandonato dopo una fugace apparizione, vorremmo citare il "Caproni-Campini Nl", che fu definito impropriamente il primo velivolo a reazione del mondo, infatti, nel 1939 aveva già volato il turboreattore Heinkel "He-178" che fu poi abbandonato per dare la preferenza al Mc-262. A differenza dell'He-178, il Caproni-Campini impiegava una ventola intubata a tre stadi, mossa da un motore a pistoni da 900 HP e poteva volare anche

[11] R. Gentile: op. cit. p. 283

senza bruciare benzina nel getto d'aria eiettato dall'ugello propulsivo. Dopo un primo volo di collaudo nel 1940 con ai comandi l'asso De Bernardi, il 30 novembre 1941 decollò da Milano e raggiunse Guidonia alla velocità di 375 km/h, inferiore a quello dei moderni caccia del tempo. Dopo alcuni mesi di prove poco entusiasmanti, il velivolo non ebbe seguito ed il motoreattore non trovò altre applicazioni dati i suoi insuperabili limiti di peso, ingombro e modeste prestazioni.

Gli alleati, con a disposizione enormi risorse sia di materiale sia di tecnici, negli ultimi anni di guerra produssero una vasta serie di aerei militari: noi ci limiteremo ad illustrare brevemente quelli che maggiormente si distinsero per le loro qualità tecniche e operative.

La *Royal Air Force* mise in linea, nel 1944, il suo più moderno e potente aereo da combattimento, il caccia pesante "Hawker Tempest", che con il suo motore potenziato da 2180 HP raggiungeva una velocità massima di 702 km/h a 5600 metri di quota con un'autonomia, con serbatoi supplementari, fino a 2100 km. Con il suo formidabile armamento – quattro cannoncini da 20 mm. e otto razzi da 30 kg. o 450 kg. di bombe – si distinse sopratutto per due particolari attività: l'intercettazione dei Me-262 che, normalmente, riuscivano a sfuggire a quasi tutti gli aerei alleati e la caccia alle bombe volanti V-1, delle quali ne abbatté non meno di 638: usando la tattica di mantenersi normalmente a 3000 metri di quota e mantenendosi in costante contatto con le stazioni radar a terra, le quali erano in grado di fornire per tempo i rilevamenti delle traiettorie delle V-1, una volta individuate, le attaccava a cannonate e, se esauriva le munizioni, talvolta si affiancava ad esse e le faceva precipitare in mare dopo averle rovesciate con la punta dell'ala. Fu anche straordinario come cacciabombardiere ed aereo d'assalto contro obiettivi tattici. Fino all'agosto 1945 ne furono costruiti poco più di 800 esmplari.

Anche in Gran Bretagna il motore a reazione ha una lunga storia. Nel 1929, un giovane ufficiale della RAF, Frank Whittle, sottopose al Ministero dell'Aria britannico un suo studio di un turboreattore, ma il Ministero lo considerò privo d'interesse autorizzando però l'ufficiale a fondare la società "Power Jets Limited" per la realizzazione di motori a getto. Dopo molte difficoltà tecniche e operative, Whittle progettò un nuovo motore che fu montato su di un velivolo, costruito dalla Gloster, il quale fu denominato "Gloster-Whittle E-28/29" E fece il suo primo volo, con successo, il 15 maggio 1941. In seguito Whittle fu inviato negli Stati Uniti dove collaborò con la Bell Aircraft Corp. per la progettazione e costruzione del primo velivolo americano a getto, il "Bell WP-59 Airacomet' dotato di due turborcattori General Electric I-16, costruiti secondo il motore di Whittle, che però non giunse ad essere operativo e non venne mai costruito in serie.

Il primo velivolo a reazione britannico da caccia fu costruito su progetto dell'ingegner W. G. Carter, il 'Gloster Meteor" e fu collaudato in volo il 5 marzo 1943, propulso da due motori Halford di soli 680 kg. di spinta, che gli conferivano una velocità di 660 Km/h; dotato poi di due motori Rolls-Royce di 770 kg. di spinta, divenne operativo nel 1944 conseguendo diversi successi contro le V-1 tedesche. La successiva variante, "Gloster-Meteor Mk-III" fu l'ultima del periodo bellico e prodotta in un paio di centinaia di esemplari. Le caratteristiche di quest'ultimo furono: due motori Rolls-Royce da 905 kg. di spinta, velocità massima 950 km/h, autonomia, con serbatoio supplementare, 1550 km., armamen-

to quattro cannoni da 20 mm, otto razzi da 40 kg. o 900 kg. di bombe. Dal gennaio 1945 questi velivoli furono impiegati sul fronte europeo ma non incontrarono mai i Me-262. Rimasero in servizio ancora per molti anni dopo la guerra.

Di tutti i bombardieri britannici, il migliore, il più pesante ed efficiente fu, senza dubbio, l'"Avro-Lancaster", monoplano quadrimotore, derivato dal fallimentare "Manchester". Il costruttore fu l'A. V. Roe e Co. Ltd., ma alla sua realizzazione collaborarono diverse industrie aeronautiche: la Austin Motors, la Vickers Armstrong, la Armstrong Withworth; il prototipo volò per la prima volta il 27 gennaio 1941 e il suo impiego operativo cominciò all'inizio del 1942. I suoi quattro motori Rolls-Royce "Merlin" da 1460 HP gli consentivano una velocità di 462 km/h e un'autonomia di oltre i 3000 km. L'armamento difensivo comprendeva dieci mitragliatrici e quattro cannoncini da 20 mm. nella torretta di coda, mentre quello offensivo era di oltre sei tonnellate di bombe. Una delle peculiari caratteristiche di questo aereo fu la capacità di trasportare – nella versione speciale modificata nella parte inferiore della fusoliera – delle gigantesche bombe; la prima fu la "Tallboy", un ordigno di oltre 5 tonnellate, impiegata, nel maggio 1943, per la distruzione delle dighe del Mochne, dell'Eder e della Sorpe, nella Ruhr: sganciato a pelo d'acqua, vi rimbalzava più volte prima di esplodere alla base della diga; la seconda, la "Grand Slam" da 10 tonnellate, fu lanciata la prima volta nel marzo 1945. Il "Lancaster", del quale furono costruiti 7374 esemplari, dei quali 3345 abbattuti, parteciparono alle più grandi incursioni sulla Germania e sull'Italia causando enormi devastazioni.

La migliore e più avanzata tecnologia motoristica e strutturale britannica si manifestò nel monoplano bimotore De Havilland "Mosquito" (moscerino). Nel 1938, la De Havilland decise di realizzare un bombardiere-ricognitore che non avesse bisogno di armamento difensivo e che puntasse esclusivamente sulla velocità per sfuggire agli avversari. Nacque così un rivoluzionario aeroplano costruito in fogli di balsa e di betulla, con i longheroni in compensato incollato sotto pressione e le ali e la fusoliera ricoperte di tela trattata; due motori Rolls-Royce Merlin dovevano spingere il prototipo a più di seicento chilometri all'ora. Il primo volo fu effettuato il 25 novembre 1940, raggiunse i 640 km/h e si dimostrò il più versatile aereo da combattimento costruito nel corso della guerra.

La RAF ne ordinò subito una serie nelle diverse versioni: quella da bombardamento, disarmata, con una capacità di carico di circa 1000 kg. di bombe(che in seguito venne aumentata a circa due tonnellate); quella da caccia, con un armamento di 4 cannoni da 20 mm. e 4 mitragliatrici, che volò per la prima volta il 15 maggio 1941, seguita da quella da ricognizione, disarmata,, il 10 giugno 1941. Il 20 settembre 1941 un "Mosquito" da ricognizione, nel corso di una missione diurna sulla Francia, attaccato da tre Me-109, li distanziò facilmente a 7000 metri di quota. Tutte e tre le versioni – delle quali ne furono costruiti complessivamente 7781 esmplari – erano dotate di due motori Merlin da 1250 HP ciascuno, che consentivano una velocità di oltre i 600 km/h ed un'autonomia intorno ai 2000 km.

Il "Mosquito" fu impiegato anche dal "Coastal Command (Comando Costiero) nel ruolo antisommergibile e antinave, armato di otto razzi o di un cannone da 57 mm.; in questo ruolo compì un'azione rimasta famosa e forse unica: al largo delle coste spagnole attaccò a cannonate una torpediniera tedesca tenen-

dosi sempre a più di 2000 metri di distanza, cioè fuori dalla portata della contraerea, e le sparò cinquanta granate perforanti, delle quali trentotto andarono a segno, riducendola un relitto. Anche la Royal Navy ne utilizzò alcuni con ali pieghevoli per imbarcarli sulle portaerei, dotati di un siluro da 320 mm. Infine, il "Mosquito" si dimostrò impareggiabile come "pathfinder" (battistrada): durante le incursioni notturne, grazie all'esperienza dei piloti e degli strumenti modernissimi di cui disponevano, essi collocavano con precisione le bombe incendiarie speciali per segnalare i bersagli, così i bombardieri strategici potevano poi intervenire con sicurezza. Il modello più perfezionato, nel 1943, raggiunse i 695 km/h, un'altezza di undicimila metri ed un'autonomia di quasi 4000 chilometri.

Dalla vasta gamma di aerei da combattimento prodotti negli Stati Uniti, ne emersero, in particolare, due: il "P-38 Lightning" (Fulmine) e il "P-51 Mustang" (Cavallo selvaggio).

Il *P-38 "Lightning"*, anche se non fu il miglior caccia statunitense, dovette la sua fama al fatto di aver abbattuto il maggior numero di apparecchi giapponesi di ogni altro aereo della specialità (abbattè anche, nell'aprile 1943, il velivolo dell'ammiraglio Yamamoto a 900 km. dalla base di Guadalcanal). Nel 1937, l'aviazione dell'Esercito degli Stati Uniti, saputa l'esistenza del bimotore tedesco Me-110 (ancora segreta), decise di dotarsi di un caccia pesante bimotore di alta velocità e grande autonomia. Il compito di realizzarlo fu accettato dalla giovanissima Lockeed Aircraft Corp. che, dopo aver studiato diverse formule, adottò quella di sopprimere la fusoliera principale e sistemare i propulsori, sovralimentati con un turbocompressore, su due piani di coda che avrebbero portato anche i comandi dei timoni di profondità e di direzione e le unità del carrello principale; la piccola fusoliera centrale, oltre alla cabina di pilotaggio, conteneva la ruota anteriore e il pesante armamento costituito da un cannone da 23 mm. e quattro mitragliatrici, che risolveva il problema della concentrazione del volume di fuoco. Dopo un primo volo, il 27 gennaio 1939, pochi giorni dopo, l'11 febbraio, il prototipo attraversò l'intero continente americano, da una costa all'altra, nel tempo record di 7 ore e 2 minuti, comprese due soste per il rifornimento di carburante, alla velocità media di 676 km/h, ma divenne operativo nel 1942. Grazie alla sua velocità (666 km/h a 7600 metri di quota), al suo grande raggio d'azione (autonomia fino a 3600 km. con serbatoi supplementari) ed alla resistenza della sua robusta cellula, divenne un velivolo plurimpiego, anche se di scarsa maneggevolezza: sotto le sue ali era possibile appendere fino a 1500 kg. di bombe, 10 razzi da 127 mm. o due siluri, a seconda delle esigenze, e inoltre una serie di macchine fotografiche verticali e oblique. Il "Lightning", soprannominato dai tedeschi "Der Gabelschwanz Teufel" (il diavolo a coda biforcuta) per le sue caratteristiche di coda e per la sua devastante capacità di attacco al suolo, fu costruito, nelle sue diverse versioni, in complessivi 9923 esemplari, dimostrandosi un eccellente velivolo anche se non sensazionale.

Il North American "*P-51 Mustang*" fu il miglior caccia americano della guerra e diede agli alleati il definitivo dominio dei cieli. La tecnologia estremamente avanzata della sua cellula dal punto di vista strutturale e da quello aerodinamico ed il suo potente motore da 1695 HP, costruito dalla Packard su licenza della Rolls-Royce, che gli consentiva una velocità di oltre 700 km/h a 7600 metri di

quota (riferita al P-51D), lo resero un eccezionale caccia ed un formidabile apparecchio d'assalto, armato com'era di 6 mitragliatrici alari da 12, 7 mm. e due bombe alari da 450 kg. o dieci razzi da 127 mm. ; fu anche il miglior caccia strategico poiché – data la sua autonomia di 3350 km. con serbatoi supplementari – scortò i bombardieri pesanti fino ai centri più lontani della Germania.

Dei suoi undici tipi base e numerose serie, dal 1942 al 1945, ne furono costruiti complessivamente 15. 686 esemplari.

Il Boeing "*B-29 Stratofortress*" fu il bombardiere strategico per eccellenza della Seconda Guerra Mondiale, capace di un carico offensivo massimo di 9 tonnellate di bombe e di un'autonomia di 4200 km. con 7 tonnellate di esplosivo e di 5300 km. con più di 4 tonnellate. L'aereo era un grande monoplano ad ala media con la fusoliera a sezione circolare lunga 30 metri, con quattro motori radiali Wright Cyclone da 2200 HP, muniti di turbocompressore, che gli consentivano una velocità di 575 km/h a 9200 metri di quota. A bordo era collocato un potente sistema difensivo rivoluzionario, il "Central Fire Control C. F. C. ", azionato da un computer che escludeva ogni approssimazione nel tiro del cannone poppiero da 20 mm. e delle 10 mitragliatrici da 12, 7 mm. ; gli armieri erano alloggiati in cinque postazioni lontane dalle torrette, le operazioni di puntamento e sparo erano automatiche.

Dopo la costruzione di diversi prototipi di preserie dal 1942 (il primo prototipo costò esattamente 3. 392. 396 dollari, pari a 20 milioni di dollari attuali), che consentirono molte modifiche e varianti, il modello definitivo fu realizzato nel 1944 e fece la sua prima missione strategica il 5 giugno 1944, quando 77 B-29 attaccarono le installazioni ferroviarie di Makasan, presso Bangkok. Da allora, le "Stratofortresses" furono impiegate per devastanti bombardamenti sul territorio metropolitano del Giappone e lo misero in ginocchio facendo crollare dell'83% la produzione dei derivati del petrolio, del 75% quella dei motori per aerei, del 70% la produzione delle attrezzature elettroniche, distruggendo almeno 600 stabilimenti. In soli cinque mesi causarono un numero di vittime civili doppio di quello dei militari giapponesi morti nella guerra del Pacifico in più di tre anni e mezzo; i senzatetto furono 20 milioni, i rifugiati nelle campagne 8 milioni e mezzo e questo causò il collasso dell'economia del Sol Levante. Per effettuare questi bombardamenti, agli aerei vennero tolte tutte le mitragliatrici allo scopo di trasportare una maggior quantità di esplosivo o più precisamente di ordigni incendiari M47 al napalm (un sale d'alluminio e acido palmitico disciolto in cherosene, formando così una gelatina con caratteristiche incendiario-esplosive) e M69 al magnesio. Le M47 erano bombe speciali da 30 kg. che esplodevano ad una trentina di metri d'altezza lanciando napalm in tutte le direzioni; le M69 erano contenitori da circa 200 kg. pieni di spezzoni al magnesio da circa 3 kg. : scoppiando barometricamente ad una quota di 150 metri, proiettavano gli spezzoni infuocati su di una vastissima area. La più terrificante incursione su Tokio fu quella della notte fra il 9 e il 10 marzo 1945, quando il napalm ed il magnesio di 279 B-29 crearono un'"ondata di fuoco" che divorò 42 chilometri quadrati della città, provocando più di 150.000 vittime; tutte bruciate vive. Infine, nei giorni 6 e 9 agosto 1945, furono due B-29 (l'"Enola gay" e "Bocks Car") a lanciare le due bombe atomiche ("Little Boy" e "Fat man") rispettivamente su Hiroshima e Nagasaki, come vedremo in seguito.

Il B-29 fu costruito in 3970 esemplari e originò, dopo la guerra, il lussuoso quadrimotore civile Boeing B-50 "Stratocruiser".

L'*aviazione militare sovietica*, dopo le batoste del 1941 da parte della Luftwaffe, si riprese, dal 1942, per merito di due ingegneri aeronautici, Semyon Alexevitch Lavochin e Alexander Sergievitch Yakovlev, che costruirono apparecchi capaci di misurarsi con i migliori caccia tedeschi. Il primo, nel 1942; realizzò il caccia *LA-5*, con motore radiale da 1700 HP e armato con due cannoni da 20 mm. , che si dimostrò un velivolo eccezionalmente robusto, in grado di sopportare danni che avrebbero reso inutilizzabile un altro apparecchio. A questo seguì il *LA-7*, del 1944, che raggiunse la velocità di 680 km/h e fu armato con tre cannoni da 20 mm. e con razzi sotto le ali, dal quale derivò poi un aereo da ricognizione biposto e un intercettore di alta velocità, potenziato con un razzo propulsore installato sulla parte posteriore della fusoliera. Il secondo contribuì in larga misura al progresso dell'aviazione dell'URSS con la serie di caccia Yak, che furono, nel complesso, gli aerei da combattimento più diffusi dal 1942; il *Yak-9*, del 1943, fu il modello costruito in maggior numero di esemplari. Uno degli aeroplani più interessanti messi in campo dall'industria aeronautica sovietica fu il IL-2"Sturmovik", progettato e costruito da Sergei Vladimirovic Ilyushin, un vero e proprio carro armato volante, che si dimostrò il miglior aereo da attacco al suolo, armato com'era da due cannoni da 23 mm., tre mitragliatrici e 600 kg. di bombe. La particolarità di questo velivolo era che tutta la sua-parte anteriore – dal supporto motore all'abitacolo – era costituita da un unico guscio corazzato che aveva anche funzioni strutturali; questa soluzione, oltre a garantire la massima protezione passiva del motore e dell'equipaggio (2 uomini) consentiva anche un sensibile risparmio di peso rispetto ad una struttura tradizionale successivamente rivestita con piastre corazzate; la corazzatura era di acciaio di spessore che variava dai 4 agli 8 mm.; anche i pannelli dell'abitacolo erano realizzati in vetro blindato e il parabrezza aveva uno spessore di 65 mm. Gli IL-2 parteciparono a tutte le operazioni sul fronte orientale e si rivelarono micidiali con i loro attacchi radenti e a sorpresa contro forze terrestri quali colonne motorizzate e corazzate, fanterie, accampamenti, postazioni d'artiglieria e linee di rifornimento.

L'Unione Sovietica non ebbe mai a disposizione un'efficace aviazione strategica. L'unico bombardiere pesante quadrimotore fu il *Petlyakov Pe-8* che non riuscì mai ad essere una macchina particolarmente brillante e di vasto impiego ed il suo modesto contributo fu rappresentato da alcune incursioni sul territorio germanico, Berlino compresa.

La macchina più valida della categoria bombardamento medio fu il *Tupolev TU-2* che iniziò l'attività operativa nel 1942: propulso da due motori radiali da 1850 HP, dimostrò caratteristiche eccellenti di velocità (550 km/h), autonomia (2500 km.) e armamento (2 cannoni da 20 mm., 3 mitragliatrici e 3 tonnellate di bombe) e fu impiegato massicciamente per tutta la durata del conflitto; più versatile dello "Sturmovik" fu il *Petlakov Pe-2* bombardiere leggero, da attacco al suolo e caccia notturno, dotato di due motori da 1100 HP che gli consentivano una velocità di 540 km/h, di 5 mitragliatrici e una tonnellata di bombe, costituì la punta avanzata dei reparti da bombardamento tattico; particolarmente curata fu l'impiantistica con 18 servomotori elettrici che azionavano i comandi principali affiancandosi all'impianto idraulico. Fu curata anche una versione da bom-

bardamento in picchiata ed un'altra da ricognizione.

Lo sforzo del *Giappone* negli ultimi anni di guerra non fu tanto di mettere in campo nuovi tipi di macchine ma di aumentare la produzione di quelli già esistenti; infatti, dai 5088 aerei del 1941, passò agli 8861 del 1942, ai 16693 del 1943, ai 28180 del 1944 ed agli 11066 dei primi otto mesi del 1945. Ormai schiacciato dalla completa superiorità aerea avversaria, si arroccò sul territorio metropolitano e per contrastare l'offensiva dei bombardieri B-29, compì l'ultimo sforzo, nel 1945, realizzando un caccia intercettore capace di abbattere le Superfortezze. Questo fu il *Kawasaki Ki-100*, con un motore radiale da 1500 HP che gli conferiva una velocità di 570 km/h e armato con due cannoni da 20 mm. e due mitragliatrici, costituì una spiacevole sorpresa per i piloti alleati; ma, costruito in soli 396 esemplari, si dimostrò un tentativo inutile che non potè cambiare le sorti del conflitto.

Anche la *condotta di guerra aerea* fu diversificata a seconda dei teatri d'operazione.

Nel *Pacifico*, come abbiamo visto, fu in maggioranza una guerra aeronavale. Le operazioni prettamente aeree si svolsero sul fronte birmano-cinese, dove le truppe di Ciang Kai-Shek erano sotto la continua minaccia dell'avanzata giapponese. Fin dalla sua entrata in guerra, l'aviazione americana era intervenuta in supporto dei cinesi principalmente bombardando senza tregua le linee di comunicazione e le basi di rifornimento giapponesi, mentre, sia gli americani sia gli inglesi, avevano inviato rifornimenti di tutti i generi dall'India attraverso la "Strada della Birmania". ma quando i giapponesi completarono, nel maggio 1942, l'occupazione di questa regione, tutte le vie terrestri caddero in mano nemica. Fu attivato allora un ponte aereo per garantire i rifornimenti alla Cina che, dal fatto di attraversare la catena dell'Himalaya, venne denominato "Hump"cioè "gobba". Il servizio aereo fu affidato agli infaticabili bimotori *Douglas C-47* "*Dakota*" "*Skytrain*" (treno del cielo), versione militare del velivolo di linea DC-3 che, nel settembre 1943, poterono garantire l'afflusso mensile di 5000 tonnellate di merci all'esercito di Ciang Kai-Shek; tale indice salì, nel dicembre dello stesso anno, a 6500 tonnellate, dodici mesi dopo a 32000, raggiunse, nel maggio 1945 le 46000 tonnellate e, nel luglio successivo le 71000.[12] Oltre ai rifornimenti alla Cina attraverso l'"Hump", i "Dakota" paracadutarono alle truppe accerchiate o in marcia sui fronti birmani viveri, medicinali e munizioni, così come specialisti, personale sanitario e commandos. Complessivamente, in questo settore, questi velivoli trasportarono 1.180.000 tonnellate di materiali e 1.380.000 uomini. I "Dakota" furono presenti in gran numero anche sugli altri fronti come prezioso mezzo di trasporto. Eisenhower, poi, disse che quattro cose avevano portato gli Stati Uniti alla vittoria: il bazooka, la jeep, la bomba atomica e... il DC-3.

Sul *fronte russo*, dopo le strepitose vittorie del 1941, le Luftwaffe venne impiegata quasi esclusivamente, all'appoggio diretto ed indiretto dell'esercito, mentre avrebbe dovuto effettuare anche bombardamenti strategici sull'industria degli armamenti che stava incrementando la produzione di carri armati, canno-

[12] A. Santoni: op. cit. vol. II p. 171

ni e cacciabombardieri; il suo intervento si tradusse in una serie di battaglie di logoramento che di anno in anno richiesero sacrifici sempre maggiori fino a raggiungere l'apice nell'inutile tentativo di rifornire dal cielo la VI Armata assediata a Stalingrado, con mezzi insufficienti e sotto la continua minaccia delle condizioni atmosferiche e del nemico che attaccava i campi di volo.

L'ultima grande offensiva tedesca – l'operazione "Zitadell" – nella sacca di Kursk, nel luglio 1943, vide ancora una volta la Luftwaffe impegnata nella lotta nel punto di forza con 1700 bombardieri, caccia e cacciabombardieri. Nonostante i numerosi successi isolati, come la distruzione di intere brigate corazzate sovietiche unitamente con attacchi dall'aria, l'obiettivo dell'operazione non venne raggiunto. Il nemico era diventato strapotente.

Da quel momento in poi, la sempre più percebile debolezza dell'esercito costrinse l'aviazione, sparpagliata lungo tutto il fronte, a impegnare in misura sempre maggiore, gli aerei in interventi diretti sul campo di battaglia: un compito disperato e impossibile.

L'inizio della conquista dell'aria alleata in *Occidente* risale all'agosto 1942, quando l'aviazione britannica fu uno degli artefici del fallimento dell'offensiva di Rommel ad Alam el Halfa, bloccando l'avanzata delle truppe moto-corazzate italo-tedesche e impedendone i rifornimenti. Anche in ottobre, ad El Alamein, i 530 aerei britannici – contro i 150 tedeschi e 200 italiani – contribuirono efficacemente alla vittoria di Montgomery. Dopo la ritirata delle truppe dell'Asse dalla Tunisia e lo sbarco in Italia degli alleati, le aviazioni inglese e americana effettuarono terribili bombardamenti indiscriminati sulle maggiori città italiane fino alla fine della guerra.

Fu tuttavia la Germania a subire i più grandi bombardamenti strategici dell'intero conflitto. La RAF, che dal 1940 aveva effettuato incursioni sulla Germania, seppure con effetti limitati, incominciò i suoi massicci e sistematici attacchi contro i centri industriali e le città tedeschi quando ebbe a disposizione i nuovi bombardieri quadrimotori "Halifax", ma principalmente i "Lancaster". La prima grande incursione, con circa 1000 velivoli, fu effettuata su Colonia il 30 maggio 1942 e vennero sganciate, in un'ora e mezza, 2700 tonnellate di bombe con effetti terrificanti. Questa azione segnò anche lo spostamento delle operazioni dal giorno alla notte, deciso dallo Stato Maggiore della RAF, che sostituì l'attacco a singoli bersagli, quali stabilimenti industriali, vie e centri di comunicazione, con bersagli più vasti, cioè zone racchiuse in un perimetro di parecchi chilometri, ivi compresi grossi centri urbani, che dovevano essere sottoposti ad un "bombardamento a tappeto" al fine, non solo di distruggere gli obiettivi direttamente interessati alla guerra, ma anche di terrorizzare ed eliminare i lavoratori ed il resto della popolazione civile. Venne così diramata la "Area Bombing Directive", con una nota aggiuntiva, nella quale veniva specificata la natura del nuovo tipo di offensiva, mettendo in evidenza che "i punti da colpire sono le aree urbane e non soltanto i cantieri e le fabbriche". Questo metodo, che non richiedeva il bombardamento di precisione, consentì lo spostamento delle operazioni dal giorno alla notte.

La messa in linea dei nuovi bombardieri quadrimotori fu affiancata dalla disponibilità di nuovi mezzi necessari ai piloti, navigatori e bombardieri per svolgere i loro compiti nel migliore dei modi. Il primo fu un nuovo sistema radar

per il raggiungimento e l'individuazione dei bersagli nelle ore notturne, al quale fu dato il nome convenzionale di "Gee"; tale apparecchiatura metteva in grado il navigatore, mediante il video di un tubo catodico che trasformava in impulsi dei segnali radio provenienti da tre diverse stazioni emittenti nel Regno Unito, di stabilire su di una speciale carta di navigazione, la sua esatta posizione, calcolando il tempo di intervallo fra i segnali dalle stazioni collegate fra loro. Questo primo ritrovato presentava il difetto di essere efficace soltanto a distanze limitate, non essendo in grado di operare a più di 400 miglia dalla costa inglese a causa della curvatura della terra. Dopo breve tempo apparve un secondo dispositivo, denominato "Oboe", che si richiamava al precedente sistema tedesco, mediante il quale l'aereo, per raggiungere il bersaglio, seguiva un fascio di onde radar emesso da una stazione in Gran Bretagna e diretto sull'obiettivo prestabilito; anche questo però era di raggio d'azione limitato per la stessa ragione del primo. I primi mesi del 1943 videro l'introduzione dell'"H2S", un radar centimetrico che non aveva limitazioni di portata essendo installato sul velivolo. Un'emittente rotante lanciava sul terreno dei fasci di onde che ritornavano poi riflesse su di un tubo catodico ricevitore: pianure, rilievi, centri urbani e corsi d'acqua, davano immagini distinte che il navigatore interpretava con l'ausilio di una speciale mappa per rilevare la posizione del suo aereo.

L'attività dei bombardieri fu molto facilitata da un'altra invenzione che si rivelò immediatamente efficace: essi venivano preceduti da aerei che lanciavano sul territorio nemico sottili striscie di alluminio destinate a disturbare le apparecchiature tedesche di localizzazione e di direzione del tiro contraereo (Anti-Radio-Location-Strips); il procedimento ebbe, in Germania, il nome di "Duppel-Verfahren" (procedure d'inganno) e presso gli alleati quello di "Window" (finestra). A completamento della nuova tattica, le ondate di incursioni venivano pure precedute da aerei dotati di H2S, dal nome convenzionale di "Pathfinders" (vedi sopra i "Mosquitos" rilevatori delle piste): una volta individuato con esattezza il bersaglio, questi sganciavano su di esso un quantitativo di bombe e spezzoni incendiari sufficienti per illuminarlo in tutto il suo perimetro, i bombardieri non dovevano fare altro che seguire i "Pathfinders" e far cadere il loro carico sulla zona rischiarata dagli incendi.

Le incursioni vennero effettuate da grandi formazioni e ad ondate successive: questo anche per far fronte al sistema difensivo tedesco, conosciuto come "Kammuber Linie" (dal nome del comandante dei cacciatori notturni) e costituito da una serie di posti radar collegati con unità di caccia notturni dislocate in settori lungo tutta la costa, dalla Danimarca all'estremità occidentale della Francia settentrionale. I reparti di caccia notturni della Luftwaffe avevano avuto notevoli successi all'inizio, ma non avevano potuto tenere il passo con la crescente consistenza numerica delle formazioni di bombardieri avversari. Il procedimento dei "letti a baldacchino", consistente nello stretto contatto radiofonico di isolati caccia notturni con il comando a terra che provvedeva a dirigere i caccia contro i bombardieri nemici, si rivelò valido solo fino a quando questi ultimi si avvicinavano all'obiettivo e si allontanavano da esso isolati e su un ampio fronte. Alla mutata tattica di avvicinamento delle formazioni chiuse di bombardieri, la difesa aerea dovette contrapporre la caccia d'inseguimento notturno, durante la quale i cacciatori dovevano localizzare per proprio conto, con l'aiuto del ra-

dar di bordo l'avversario. Questi ultimi erano infatti dotati di nuovissime apparecchiature radar, come l'ultimo tipo "Lichtenstein" (il modello SN2) della lunghezza d'onda di 3,3 metri, le grosse antenne del quale coprivano un settore di 120°: ad un fascio così largo non c'era manovra evasiva che poteva far sfuggire un bombardiere; essendo la portata di 6 chilometri, la ricerca del bersaglio era più facile per i caccia tedeschi, anche perché i radar di bordo dei velivoli alleati venivano captati da speciali apparecchi messi a punto dai tedeschi: uno era il "Naxos", sintonizzato sulla frequenza degli H2S, l'altro, il "Flensburg" sintonizzato sui piccoli radars "Monica" installati nella coda dei bombardieri per funzionare da specchietto retrovisore avvistando eventuali caccia, ma che ottennero l'effetto contrario guidando i cacciatori proprio sulla coda dei bombardieri.

Durante questo periodo di evoluzione nella condotta di guerra aerea, si verificò un evento di estrema importanza: l'intervento in Europa dell'aviazione degli Stati Uniti. Ma emersero subito delle divergenze: gli americani non avevano alcuna intenzione di seguire il sistema britannico degli attacchi notturni; esperimenti condotti prima dell'entrata in guerra in California, avevano dimostrato che bersagli, anche di dimensioni ridotte, potevano essere colpiti con elevata probabilità di successo, da bombardieri d'alta quota, soltanto alla luce diurna. Sfortunatamente erano stati trascurati alcuni particolari, come l'8a USAAF (United States Army Air Force) ebbe modo di constatare a sue pesanti spese nel 1942 e 1943. Il primo di questi era il tempo atmosferico: per attacchi di precisione da alta quota era essenziale disporre di cielo sereno e buona visibilità e, contrariamente alla California, in molti periodi dell'anno, le condizioni meteorologiche dell'Europa settentrionale erano cattive. Ne derivavano lunghi intervalli di tempo durante i quali non era possibile svolgere operazioni e, se tentate, abortivano per mancanza di visibilità; ciò portò ad un pericoloso abbassamento del morale degli equipaggi senza causare danno al nemico. In secondo luogo, durante gli esperimenti in California, non si era tenuto conto dell'opposizione nemica. Se il cielo era chiaro e la visibilità era buona per gli americani, lo era anche per i tedeschi, e quindi gli intercettori potevano facilmente attaccare i bombardieri, e l'artiglieria contraerea necessitava soltanto del contatto visivo senza ricorrere ad apparecchiature elettriche o elettroniche di rilevamento.

È inutile dire che, inizialmente, le perdite americane furono gravissime e culminarono nelle due incursioni sulle fabbriche di cuscinetti a sfere di Schweinfurth nel 1943: il 17 agosto vennero perduti trentasei bombardieri su di un totale di duecentoveninove; il 29 ottobre ne furono distrutti sessanta su duecentonovantuno.

Poiché la maggioranza delle perdite era stata causata dall'attività dei caccia intercettori, nonostante l'introduzione di formazioni compatte "combat boxes" a mò di "scatola" nelle quali i bombardieri si fornivano mutua protezione, l'unica soluzione era quella di distruggere la Luftwaffe non soltanto mediante gli attacchi agli aeroporti, depositi di carburante e fabbriche di materiale aeronautico, ma anche in combattimento, contrapponendo aerei idonei. Ma i velivoli a disposizione mancavano del raggio d'azione necessario per scortare i bombardieri in profondità nel territorio avversario. Soltanto con l'entrata in linea, nel 1943, del "Mustang"P-51D, l'aviazione da caccia alleata fu in grado di raggiungere qualsiasi punto in Europa.

La perfezione raggiunta dalla tecnica alleata del bombardamento a tappeto si manifestò particolarmente nella cosiddetta "Operazione Gomorra" (in ricordo delle città cananee Sodoma e Gomorra di Palestina, che Dio distrusse con fuoco caduto dal cielo)nome convenzionale dato dagli alleati all'offensiva aerea contro il grande porto tedesco di Amburgo. L'offensiva, iniziata nella notte fra il 24 e il 25 luglio 1943, si protrasse in ripetute incursioni fino alla notte dal 2 al 3 agosto e ad'essa parteciparono, alternandosi, i bombardieri della RAF e della USAAF; sulla città piovvero complessivamente circa 30.000 tonnellate di esplosivo, più di 3 milioni di spezzoni incendiari e 80.000 bombe al fosforo. Gli effetti di questa offensiva, condotta secondo il metodo anglo-americano del "round-the-clock-bombing" (bombardamento 24 ore su 24) furono la morte di più di 100.000 persone e la distruzione di più di 300.000 edifici: praticamente tutta la città fu rasa al suolo dalle esplosioni e dal fuoco.

Pur continuando l'offensiva aerea su tutto il continente, dai primi mesi del 1944 la priorità fu data alla preparazione di "Overlord". Furono impartite direttive ("Pointblank Directive") ai comandanti delle aviazioni britannica e americana per lanciare ed intensificare continuamente l'assalto che avrebbe dovuto essere condotto giorno per giorno per ridurre la possibilità di resistenza del nemico al momento della presa di contatto delle armate alleate con l'esercito tedesco sul continente. Obiettivi per i bombardieri a largo raggio furono, in ordine di importanza, cantieri di sommergibili, industrie aeronautiche, trasporti, raffinerie di petrolio ed altre industrie chiave. Il generale Hans Speidel Capo di Stato Maggiore del maresciallo Rommel, scrisse: "I comandi aerei della Gran Bretagna e degli Stati Uniti avevano spadroneggiato il cielo sin dal principio del 1944 e avevano paralizzato ogni attività germanica. Non era più possibile attuare ricognizione aerea sulle isole britanniche, sui porti e sulle vicinanze delle coste atlantiche. Non era nemmeno possibile concentrare un numero sufficiente di apparecchi da combattimento per spezzare l'ininterrotta irruzione del nemico o per portare a compimento un limitato compito di ricognizione. I bombardieri degli alleati, ben forniti di uomini e con grande sviluppo d'azione, paralizzarono ogni movimento di giorno e inflissero gravi perdite.

Gli squadroni di bombardieri danneggiarono i centri di collegamento ferroviario, gli incroci di strade, gli edifici di ogni genere, così gravemente da rendere insormontabili le difficoltà di rifornimento durante l'invasione. La distruzione delle ferrovie ad ovest della linea Bruxelles-Parigi-Orleans, rese impossibile organizzare un regolare sistema di rifornimento e di sostituzioni dopo la metà di maggio. Non vi erano mezzi sufficienti nei trasporti motorizzati per poter caricare materiali, ne sufficiente benzina per far muovere i motori.

Il problema dei rifornimenti costituì una delle ragioni fondamentali dei nostri rovesci nelle operazioni d'Africa nel 1942, nella campagna russa dello stesso anno e nella guerra di movimento nell'ovest durante il 1944. Tutti i ponti della Senna sotto Parigi e tutti quelli della Loira sotto Orleans furono distrutti dai bombardieri prima del 6 giugno 1944. "[13]

Nel 1945, tutte o quasi le industrie tedesche erano state danneggiate in modo tale che i Capi di Stato Maggiore alleati decisero di rivedere e modificare l'of-

[13] gen. H. Speidel: "Vallo Atlantico" – Ed. Corso, Roma, 1952 pp. 44-45

fensiva dei bombardieri segnalando, come obiettivi di primaria importanza, non più le industrie, ma Berlino Lipsia, Dresda ed altre città tedesche dove le pesanti incursioni avrebbero causato un caos enorme tra la popolazione civile a cui, negli ultimi tempi, si erano aggiunte le maree di profughi provenienti dalla Germania orientale.

Il risultato immediato fu un'incursione di circa 1000 bombardieri su di una Berlino già duramente provata che portò distruzioni enormi in tutti i suoi quartieri, con la morte di almeno 25.000 persone. Altri attacchi in massa sulla capitale tedesca si verificarono il 21 e il 26 febbraio, nonchè il 6, 13, 18, 20 e il 24 marzo: si trattò di una spietata e terrificante cronaca di colossali distruzioni abbattutesi dal cielo.

Nel colmo di questa offensiva terroristica, la città di Dresda divenne un obiettivo di cui gli alleati avrebbero dovuto ricordarsi con rimorso e i tedeschi con orrore angoscioso. Sebbene Dresda fosse un nodo ferroviario di una certa importanza, in cinque anni di guerra non era mai stata bombardata: perciò, a poco a poco, le difese contraeree erano state eliminate per essere inviate sul fronte orientale. Inoltre, durante il 1944, molti caccia notturni di base in aeroporti della Sassonia, erano stati a loro volta trasferiti per essere gettati nell'inferno delle grandi battaglie aeree diurne. Per tutti questi motivi Dresda era priva di ogni difesa.

Sin dall'inizio del 1945, le arterie stradali ed i convogli ferroviari provenienti dall'est rigurgitavano di profughi in preda al terrore e al panico per le uccisioni e i saccheggi perpetrati nei loro paesi dall'Armata Rossa avanzante. Tutta quella gente giungeva in Sassonia tra una confusione e un disordine inimmaginabili, in un flusso ininterrotto, un vero fiume di migliaia di persone ansiose di trovare ricovero nell'illusoria sicurezza che regnava ancora a Dresda. Alla data del 13 febbraio, la popolazione della città – che normalmente era di circa 633 mila anime – era aumentata fino a raggiungere una cifra fantastica, pari forse ad un milione e più.

Nella notte dal 13 al 14 febbraio 1945, una formazione di 250 bombardieri "Lancaster" del Comando Bombardieri della RAF, puntò direttamente sulla città sganciandovi in massa, proprio sul centro storico, una grande quantità di bombe ad alto potenziale esplosivo ed incendiario. I vecchi caratteristici caseggiati incominciarono subito ad ardere in una serie di incendi che era impossibile controllare ed estinguere: nello spazio di una sola notte il fuoco divampò e si estese in ogni strada. Mentre ancora si stavano verificando gli scoppi determinati dalla prima ondata degli incursori, giunse sull'obiettivo una seconda formazione di altri 529 "Lancaster" che disseminò nell'area urbana, tra gli incendi che già andavano estendendosi, migliaia di bombe incendiarie e bombe-mina da 2 tonnellate.

All'alba, mentre gli ultimi bombardieri si mettevano in rotta di ritorno, il calore che si alzava dal mare di fiamme che stava consumando Dresda poteva essere avvertito fino a seimila metri di quota. La città era tutta un rogo che avrebbe continuato a divampare per altri sette giorni e sette notti.

La tecnica alleata del "colpo triplice" che aveva caratterizzato l'attacco di Amburgo, venne ripetuta anche a Dresda. Il 14 febbraio – mercoledì delle Ceneri – una formazione di 300 "Fortezze Volanti" americane sorvolò la città sgan-

ciando oltre 700 tonnellate di bombe sulla funebre coltre di denso fumo che si estendeva a molte centinaia di metri d'altezza sull'intera area urbana. Nel corso delle tre incursioni vennero sganciate, in totale, circa 3000 tonnellate di bombe ad alto esplosivo ed incendiarie. Il 15 febbraio, una massiccia formazione di B-17 si incaricò di portare a termine il lavoro lasciando piovere sulla città oltre 460 tonnellate di bombe. Dresda fu ridotta ad un unico ammasso di fiamme che divorarono qualsiasi cosa esistente. Questo ciclone infuocato, creato artificialmente dall'uomo e che raggiungeva nel suo interno temperature dell'ordine di 1000 gradi, sradicò alberi giganteschi spezzandoli come fuscelli; ghermì migliaia di persone facendole sparire nel nulla, mentre i muri e i tetti crollavano e scoppiavano per il calore. I resti delle vittime – se ne contarono circa 135.000 – ingombrarono le strade, la stazione ferroviaria, i parchi e le rive del fiume...

La distruzione di Dresda mise fine alla strategia del bombardamento a tappeto e di saturazione, ideata dal maresciallo dell'aria sir Arthur Harris (detto "il macellaio"): persino la bomba atomica sganciata più tardi su Hiroshima e Nagasaki non avrebbe prodotto peggiori devastazioni ed un numero maggiore di morti.[14]

Complessivamente, durante tutta l'offensiva aerea sulla Germania, la USAAF lanciò 1.461. 854 tonnellate di bombe e la RAF 1.235.609. Il numero delle abitazioni distrutte in Germania in seguito alle incursioni aeree fu di 3.370.000, delle quali 600.000 a Berlino. Tuttavia, l'obiettivo che gli alleati si erano posto, cioè di imprimere una svolta decisiva alla guerra mediante bombardamenti a tappeto delle città tedesche, non venne raggiunto. Il morale della popolazione, duramente provata, non crollò e la produzione bellica, decentrata per tempo, raggiunse proprio nel 1944, nonostante le micidiali incursioni, il suo apice; per darne un esempio, ecco i dati statistici relativi alla produzione tedesca di carri armati e aeroplani:

	1940	*1941*	*1942*	*1943*	*1944*	*1945*
CARRI ARMATI	1643	3790	6180	12063	19002	3932
AEROPLANI	10826	11776	15557	25537	39807	8000

(Per fare un paragone, l'Italia, dal 1940 al 1943, costruì 2517 fra carri armati e semoventi e 9430 velivoli bellici).

Tecnologia elettronica nelle telecomunicazioni.

La ricerca scientifica e tecnologica nel campo dell'elettronica svolse un ruolo decisivo – come abbiamo già riportato – nel settore della radiolocalizzazione attiva e passiva; ma la ricerca non si limitò a questa attività, bensì si orientò anche verso altre direzioni, una delle più importanti fu quella dell'intercettazione e decrittazione delle trasmissioni via radio.

Nel 1938, a Varsavia, un giovane ingegnere ebreo polacco, Richard Lewinski, che aveva lavorato a Berlino nella fabbrica dove si produceva la macchina

[14] J. Kilben: "Storia della Lufwaffe" – Sugar Editore, Milano, 1968 pp. 447-451

"Enigma" (vedi Parte IV- cap. 3°) si mise in contatto con il servizio segreto polacco e offrì di cedere la sua esperienza in cambio di 10.000 sterline ed un passaporto per l'Inghilterra. Il servizio segreto britannico, informato da quello polacco, accettò immediatamente, considerata la considerevole probabilità di una guerra con la Germania. Da qui nacque una delle più grandi ed efficaci organizzazioni di spionaggio elettronico degli alleati, l'"ULTRA".

Il primo passo fu di creare una macchina in grado di decifrare i messaggi di "Enigma" e questa fu la "Bombe", uniformata all'impianto elettrico dei rotori della macchina tedesca della quale ormai possedevano una copia. Il problema più delicato era quello di trovare le "chiavi", cioè i particolari variabili cifranti della macchina, che i tedeschi cambiavano ogni giorno. La "Bombe" originale poteva soltanto risolvere lentamente i cambi delle chiavi e questi stavano diventando progressivamente più complessi ed effettuati sempre più frequentemente dai tedeschi. Mancando di memoria, era un rudimentale calcolatore elettromeccanico programmato da persone e non sempre abbastanza veloce per soddisfare i requisiti operativi, ma fu ugualmente importante per chi se ne serviva.

Cercando di individuare le chiavi entro ore dalla loro messa in uso, i britannici accelerarono la "Bombe" originale con schede perforate di carta, inventate da Joseph Jacquard nel 1801 per macchine tessili semiautomatiche, che fino dal 1930 erano state usate per macchine calcolatrici analitiche.

La "Bombe" ad alta velocità entrò in funzione il 15 aprile 1940, durante l'occupazione della Norvegia da parte dei tedeschi, ed entro alcune ore – e non più giorni come il modello precedente – ricavò le più recenti chiavi usate dall'Esercito e dall'Aeronautica germanici. Da questo momento, un voluminoso flusso di informazioni operative, intenzioni e schieramenti del nemico fu a disposizione dell'organizzazione britannica ULTRA.

La decrittazione dei messaggi "Enigma" sarebbe stata il fulcro della lotta per mantenere la possibilità di conoscere il pensiero del nemico, inestricabilmente intrecciata con la gara fra gli opposti scienziati e tecnici per la superiorità negli armamenti.

I risultati di ULTRA non tardarono a provocare positive conseguenze per i britannici. Durante la battaglia d'Inghilterra, per esempio, ULTRA informò in anticipo la RAF di quanti bombardieri i tedeschi stavano impiegando, dove e quando. Fornì precise informazioni sulle intenzioni dei germanici in Africa settentrionale, intercettando le comunicazioni fra l'Alto Comando della Wehrmacht e il generale Rommel, incluse le notizie sulla partenza dai porti italiani delle navi cariche di rifornimenti, molte delle quali furono affondate per queste informazioni. Mise in grado i britannici di sconfiggere la flotta italiana a capo Matapan, sulla scorta di intercettazioni di messaggi fra l'Alto Comando ed il X Corpo Aereo tedesco in Italia, che doveva fornire appoggio alla forza navale italiana.

La stessa cosa avvenne in occasione dell'assalto dei paracadutisti germanici a Creta, che occuparono l'isola ma a costo di gravissime perdite perché i britannici schierarono le loro truppe proprio nei luoghi dove i paracadutisti furono lanciati.

Con il passar del tempo, migliaia di persone furono impiegate nell'organizzazione ULTRA, servite da un gran numero di macchine sempre più complesse e di queste "Colossus" fu la più potente di tutte, dotata di un piccolo cervello

proprio. "Colossus"fu costruito in risposta all'apparizione, nel 1941, di trasmissioni regolari tedesche di messaggi cosificati. Il "Geheimschreiber" (conosciuto dagli alleati come "Fish": pesce), aveva la capacità di cifrare e decifrare messaggi e trasmetterli, con l'aiuto di schede perforate, alla velocità di 25 lettere(segnali) al secondo; esso disponeva di più protezioni di sicurezza di "Enigma" e superava la capacità di "Bombe" di decifrazione rapida.

Nel maggio 1943, dopo la cattura di due macchine "Fish" in Africa settentrionale, venne sperimentata dagli inglesi, con risultati promettenti, una macchina semi-elettronica chiamata "Robinson". Al che venne commissionata una macchina, anch'essa semi-elettronica, molto più potente, inventata da T. H. Flowers, del British General Post Office Research Station (Stazione di Ricerca dell'Ufficio Postale Generale Britannico). Essa conteneva 1500 valvole al posto di relè elettromagnetici e, nel febbraio 1944, si dimostrò in grado di decifrare i messaggi del "Fish" entro ore anzichè giorni come richiesti dal "Robinson".

Incoraggiati da tali risultati, i tecnici dell'Ufficio Postale Generale, nel giro di tre mesi, realizzarono una versione molto più potente, "Colossus II", che fu equipaggiata con 2400 valvole, addizionatrici binarie e molti altri componenti avanzati, di una linea di schede perforate azionate a frizione che venivano lette foto-elettricamente e dotata di una memoria. Con una velocità base di 5000 posizioni su nastro al secondo, "Colossus II" fu il primo computer digitale elettronico programmabile e venne approntato per il 1° giugno 1944, sei giorni prima dell'invasione alleata in Europa e fu di enorme utilità in quell'occasione.

Da allora decrittò una massa di inestimabili informazioni trasmesse sulla linea "Geheimschreiber" fra Berlino e Parigi, rivelando una moltitudine di intenzioni, forze e debolezze tedesche. Una delle debolezze – che peggiorò le difficoltà di comunicazioni dei germanici – si verificò alla radice dell'incrementato uso del "Geheimschreiber" ed un'accelerata reazione a catena di decadimento. poiché le comunicazioni via filo e tramite veicoli venivano progressivamente distrutte all'interno del vacillante Reich, "Fish" (che originariamente era considerato uno strumento complementare) dovette sopportare molto più traffico, fornendo perciò un ancor più generoso raccolto di informazioni di prima qualità a ULTRA via "Colossus II".

L'organizzazione ULTRA fu tenuta così gelosamente segreta che i tedeschi non ne vennero mai a conoscenza.[15]

Al pari degli inglesi, anche gli americani ebbero a disposizione un'organizzazione di intercettazione e decrittazione di messaggi. Nel 1939-40, l'Esercito e la Marina degli Stati Uniti erano intensamente impegnati nello sforzo di "leggere" i messaggi in codice che il governo giapponese inviava ai suoi agenti in tutto il mondo. Il contrammiraglio Anderson, direttore dell'Office of Naval Intelligence – ONI" (Ufficio Informazioni Navali), impiegò il termine "Magic" per riferirsi ad ogni messaggio giapponese in codice decrittato. L'"Operazione magic" fu il nome assegnato all'intero programma destinato a violare i codici giapponesi.

Nel 1931, al capo della sezione spionaggio delle comunicazioni della Marina

[15] K. Macksey: op. cit. p. 161

imperiale, capitano di vascello Jinsaburo Ito, venne presentato un inventore civile, tale Ichiro Hamada, che gli offrì i progetti di una "macchina crittografica indecifrabile"; Ito, con la partecipazione finanziaria del Ministero degli Esteri, li acquistò e fece costruire alcuni esmplari che, nella Marina, vennero chiamati "Tipo n. 91" dall'anno di costruzione (l'anno 1931 corrispondeva al 2591 per il calendario giapponese), mentre la versione leggermente modificata per l'Ufficio Cablogrammi del Ministero degli Esteri venne chiamata "Macchina A".

Quando l'ONI si accorse della complessità del nuovo cifrario giapponese, giuse alla conclusione che doveva esserci di mezzo una macchina. Con un'operazione di spionaggio che sarebbe troppo lunga da illustrare, gli agenti del comandante Zacharias, Direttore della Sezione Estremo Oriente dell'ONI, riuscirono, nel 1935, a mettere le mani su tutti i documenti riguardanti la macchina crittografica, custoditi nell'ufficio del capitano di vascello Tamon Yamaguchi, addetto navale giapponese a Washington. Con questi ed altri elementi forniti dai crittoanalisti, l'ONI riuscì a ricostruire un esemplare della macchina Modello 91-A, che gli americani denominarono "Macchina Rossa", con la quale fu possibile decifrare tutti i dispacci giapponesi.

Nel 1937, il comandante Ito, probabilmente sospettando che gli americani fossero riusciti a penetrare nel loro segreto, realizzò un nuovo tipo di apparecchio cifrante, così originale come struttura, così "sui generis" per quanto riguardava i componenti base della parte crittografica, da far pensare che l'ingegno umano non potesse costruire nulla di più vicino al modello ideale sognato da tutti i crittologhi, la macchina capace di produrre un cifrato indecifrabile. Esso non aveva né ruotismi né ingranaggi, né motore: era composto di una serie di normali relè a 25 contatti incasellati a sei piani(interruttori azionati elettricamente) e da un circuito particolarmente intricato. Sembrava un pannello di commutazione telefonico e praticamente si basava sulla stesso principio. La macchina si componeva di due parti separate: il meccanismo stampatore, alloggiato in una cassetta e formato da due tastiere simili a quella delle comuni macchine da scrivere, e il cosiddetto elemento crittografico, contenuto in un'altra cassetta di forma rettangolare, cioè l'unità cifra vera e propria. Le due cassette erano collegate con fili. Una tastiera era usata per mettere in codice, l'altra per mettere in chiaro. Quando, ad esempio, la macchina era impostata per mettere in codicee il testo in chiaro veniva battuto sulla tastiera, il quadro dava il testo in codice in base alla chiave stabilita in anticipo.

Battendo il testo in codice sull'altra tastiera, la macchina ridava il testo in chiaro. I relè producevano sia il testo cifrato sia quello in chiaro. Il segreto del cifrato stava nel sistema, unico e imprevedibile, di creare "trasposizioni" mediante i relè e la macchina produceva trasposizioni multiple con possibilità di variazioni fino a 10^4 e 10^5.

Nonostante il meccanismo particolarissimo della macchina e il suo impiego di relè a passo fino ad allora mai applicato convincessero il comandante Ito che era impossibile per un estraneo scoprire il modo con cui funzionava, egli volle dotarla di alcuni speciali dispositivi di sicurezza per sviare eventuali curiosi. Ad esempio, una delle tante viti era in realtà un interruttore di avviamento, per cui uno che non lo sapesse non riusciva nemmeno a metterla in moto.

Il comandante Ito chiamò la macchina "Modello 97", dall'anno 2597 del ca-

lendario giapponese, corrispondente al nostro 1937. Al Ministero degli Esteri le diedero il nome di "Macchina B"[16]

Il "Modello 97-B" rimase avvolto nel mistero, per gli americani, fino a quando il colonnello W. F. Friedman, del Servizio Informazioni dell'Esercito, e i suoi collaboratori scoprirono le caratteristiche crittografiche della macchina – che chiamarono "Codice Viola" e dopo moltissimi mesi di esperimenti falliti, riuscirono a riprodurre l'esatta copia dell'apparecchio giapponese senza mai averne visto un esemplare e senza aver conosciuto precedentemente i principi operativi dei suoi componenti. Sia l'Esercito, sia la Marina, ebbero una speciale sezione incaricata di decodificare i messaggi giapponesi e che fece parte dell'operazione "Magic". Ma l'operazione fu lenta e piena di ostacoli poiché i giapponesi usavano una varietà di chiavi, alcune delle quali i crittologhi non erano riusciti ad individuare. Gli americani ebbero a disposizione molti pezzi di un gigantesco gioco ad incastro ma, negli ultimi mesi del 1941, non avevano una completa idea dell'intero disegno giapponese. Essi vennero a sapere che i nipponici non avrebbero attaccato l'Unione Sovietica in supporto alla Germania, che avrebbero attaccato a sud e che la guerra sarebbe scoppiata probabilmente il 29 novembre 1941. Quando giunse quel giorno, senza alcun attacco, nessuno sapeva le intenzioni dei giapponesi.

Il successivo attacco a Pearl Harbor risolse presto gli interrogativi dei servizi informazioni statunitensi, ma l'operazione "Magic" continuò anche dopo lo scoppio della guerra. I criptoanalisti dei codici giapponesi continuarono il loro lavoro con risultati positivi, il più grande e decisivo di tutti fu quello ottenuto prima della battaglia di Midway.

Tramite la decrittazione del codice navale nipponico, i comandanti USA vennero a sapere gli obiettivi degli avversari, la direzione approssimata e l'approssimata data dell'attacco. Conseguentemente, le forze navali americane, numericamente inferiori, furono in grado di prevalere sulla superiorità giapponese.

Nel campo dell'intercettazione delle comunicazioni radio del nemico, l'"Abwehr" – il Servizio Informazioni tedesco – conseguì diversi successi nella localizzazione di radio clandestine nei territori occupati. La più interessante operazione fu lo scoprimento di una stazione radio clandestina di un'organizzazione di spionaggio sovietica che operava nell'Europa occidentale, così ben dotata di apparati radio ad onde corte e di attrezzature elettroniche accessorie da essere soprannominata dai tedeschi la "Rote Kapelle" (Orchestra Rossa). Tutti gli sforzi fatti per scoprirla erano risultati vani. Gli apparati per la radiogoniometria non erano allora abbastanza perfezionati da dare immediatamente, e con la necessaria precisione, la posizione della stazione radio emittente clandestina che, peraltro, si spostava in continuazione da un posto all'altro.

Fu iniziata così una vera e propria caccia alla volpe tra questa stazione e i "Peilung", cioè gli apparati radiogoniometrici tedeschi che, nel frattempo, venivano sempre più perfezionati. La stazione clandestina trasmetteva i suoi messaggi tutte le notti per quattro, cinque ore di seguito e sistematicamente i tedeschi li intercettavano con i loro apparati riceventi e li radiogoniometravano con

[16] L. Fargo: "Il sigillo spezzato" – Garzanti, Milano, 1971, pp. 85-87

la "triangolazione". Ma prima di essere scoperta, la stazione radio si trasferiva in un'altra località. Alla fine i tedeschi riuscirono tuttavia a sapere che la trasmittente principale dell'"Orchestra Rossa" si trovava in una città del Belgio. In tale città furono fatti affluire i più esperti operatori del servizio di radiointercettazione tedesco, perché si trattava di individuare, fra tanti edifici, quello in cui si trovava la stazione radio e da dove essa trasmetteva i suoi messaggi notturni.

L'errore commesso dalle spie sovietiche di essersi fermate per un certo tempo nella stessa località, fu per loro fatale. La notte del 13 dicembre 1941 la casa fu individuata e i soldati, penetrativi nascostsmente con gli stivali avvolti da grosse calze per non far rumore, poterono catturare le spie ancora intente a trasmettere i loro messaggi cifrati.

Un analogo caso di caccia ad una stazione radio clandestina si verificò anche in Italia nel 1944, durante la Resistenza contro i tedeschi. Protagonista fu il maggiore della Armi Navali Alfeo Brandimarte, che aveva organizzato a Roma un gruppo di operatori per trasmettere, via radio, importanti informazioni al Comando della Marina italiana nell'Italia del sud ed al Comando della V Armata americana. Per nove mesi l'ufficiale italiano, con coraggio, abilità tecnica e imprendibilità, riuscì ad eludere la spietata caccia dei tedeschi, ma alla fine, l'esperienza che il loro servizio intercettazioni aveva acquisito in tutta l'Europa occupata prevalse, la radio clandestina fu localizzata e il maggiore Brandimarte con due operatori vennero arrestati ed in seguito fucilati.[17]

[17] M. De Arcangelis: op. cit. pp. 144-145

Capitolo III

LA BOMBA ATOMICA

Nell'agosto 1945 gli Stati Uniti fecero esplodere due bombe atomiche sulle città giapponesi di Hiroshima e Nagasaki, con lo scopo di distruggere la volontà di combattere dei sudditi del Sol Levante e di costringerli alla resa. Se o no le bombe atomiche furono decisive per la fine della guerra è ancor oggi argomento di dibattito, ma certamente i terrificanti risultati provocarono un'enorme impatto sull'opinione pubblica mondiale e costrinsero i governanti delle maggiori potenze a riflettere profondamente sulle conseguenze del loro impiego in un futuro conflitto.

Gli uomini hanno incominciato a vivere con l'energia nucleare che sta trasformando il mondo con una tale vastità e rapidità che il futuro stesso del nostro pianeta dipenderà da cosa sappiamo dell'energia nucleare e da cosa ne faremo. Per questa ragione, come abbiamo fatto per le altre scoperte ed invenzioni, riteniamo opportuno risalire alle origini della scoperta dell'atomo fino a giungere alla sua trasformazione in energia.

La storia della nascita della bomba atomica ha qualcosa da offrire a tutti. Per il fisico nucleare è il racconto di una ricerca scientifica di portata internazionale senza precedenti e coronata da un successo completo nonostante i tremendi ostacoli imposti dalla segretezza dell'impresa e dalla penuria di uomini e materiali. Per lo studioso di storia è una serie di relazioni interne ed internazionali, condotte nei corridoi del potere, su uno sfondo di ostilità e sospetti fra le nazioni. Per il filosofo della morale è lo studio di un conflitto di principi. Per l'uomo qualunque è una storia di guerra.

La storia della bomba atomica incomincia 400 anni prima della nascita di Cristo, quando Democrito di Abdera diede la prima definizione di atomo:

"Spezzate un oggetto, una pianta, un corpo qualsiasi: ne otterrete delle parti; spezzate ognuna delle parti e otterrete delle parti ancora più piccole, ognuna delle quali sarà ancora divisibile in parti minori. Così una zolla si sgretola in diverse zolle che finiscono per sbriciolarsi in polvere, per dissolversi in numerosissimi microscopici, impalpabili granelli di polvere. Eppure, alla fine di questa serie di operazioni ripetute, vi dovranno essere delle particelle semplici, cioè non composte da particelle più piccole. Queste particelle eterne, impenetrabili, semplici, diverse fra loro unicamente per la forma, la posizione e il movimento, che io chiamerò con il nome di "atomi" cioè indivisibili, sono l'eterno e immutabile alfabeto dell'universo."

Occorreranno decine di secoli e la scoperta della radioattività per far crollare questa teoria.

Nel 1895, Roentgen scoprì un tipo di raggi capaci di attraversare corpi opachi, che chiamò raggi "X". Un 'anno più tardi, Antoine Henry Becquerel, profes-

sore del Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi, si chiese se qualsiasi sostanza luminescente fosse in grado di emettere raggi "X". Per i suoi esperimenti usò una sostanza fortemente luminescente, i sali di uranio: li espose alla luce del sole per eccitarne la fosforescenza li avvolse in una carta nera e posò il pacchetto su di una lastra fotografica. La lastra risultò impressionata. I raggi avevano attraversato la carta nera. Seguì un periodo di tempo nuvoloso e Becquerel ripose in un cassetto il pacchetto di sali e la lastra fotografica in attesa che il sole gli consentisse di proseguire gli esperimenti. Non appena apparve un debole raggio, Becquerel espose il pacchetto per breve tempo e corse a sviluppare la lastra. Al posto dell'incerta macchia ottenuta precedentemente, c'era una macchia nerissima: i raggi avevano attraversato la carta nera con un'intensità molto maggiore del solito. La spiegazione era una sola: l'annerimento della lastra era continuato senza interruzione anche nel cassetto. I raggi quindi non dipendevano dalla fosforescenza eccitata dal sole; i sali di uranio emettevano quei raggi spontaneamente senza alcuna causa. La materia poteva emettere energia. Becquerel aveva scoperto la "radioattività naturale". Sulla base di questa scoperta Madame Curie scoprì altri minerali radioattivi e diede loro il nome di "polonio" e "radio".

Nel 1903, un fisico neozelandese, Ernest Rutheford, diede la prima spiegazione del fenomeno della radioattività: contrariamente a quanto affermava il suo nome, l'atomo non era indivisibile, la radioattività dimostrava che alcuni atomi si dividevano in pezzi per azione propria, quindi la radioattività era una conseguenza della disintegrazione di alcuni atomi e nella disintegrazione l'atomo espelleva della particelle cariche di elettricità sotto forma di radiazioni e diventava un atomo più leggero di elemento diverso.

Nel 1905, a Berna, un giovane tedesco, impiegato tecnico dell'Ufficio Svizzero Brevetti, pubblicò alcuni articoli scientifici, l'ultimo dei quali: "Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento"costituì l'atto di nascita della "Teoria della relatività". Questo giovane di chiamava Albert Einstein. Egli affermò che, con la radioattività, la materia, considerata inerte, aveva dimostrato di nascondere in sé un'energia sconosciuta; materia ed energia si equivalevano, la materia poteva trasformarsi in energia, l'energia in materia: distruggere la più piccola parte di materia significava liberare una grande quantità di energia. Einstein enunciò la sua famosa equazione: $E=mc^2$, cioè l'energia che si può trarre da una certa quantità di materia è data dalla massa di quella materia moltiplicata per il quadrato della velocità della luce. Quarant'anni più tardi, l'esplosione della bomba atomica, che corrispose all'annullamento di una piccolissima parte di materia, dimostrò quello che, una mattina del 1905, era stato previsto da Einstein su basi puramente teoriche.

Nel 1911, Rutheford propose un modello per descrivere la struttura dell'atomo: l'atomo consiste di un piccolo nucleo centrale di carica positiva, o "protone", come il sole del sistema planetario, attorno al quale ruotano un certo numero di particelle di carica negativa, o "elettroni". Ogni elemento chimico ha un atomo diverso. L'atomo più semplice, quello dell'idrogeno, è composto da un solo elettrone di carica negativa che ruota attorno al nucleo, formato da una carica positiva, il protone. L'atomo di elio possiede due elettroni che ruotano intorno al nucleo composto da due protoni. E così via, sino a raggiungere l'ele-

mento più complesso in natura, l'uranio, che ha 92 elettroni e 92 protoni.

In che modo protoni positivi ed elettroni negativi riuscivano a restare separati nonostante fossero di carica contraria e quindi si attraessero l'un l'altro? Nel 1913, un giovane danese, Niels Bohr, completò la teoria di Rutheford: il sole e la terra sono attratti fra loro da una forza enorme, la forza di gravità; tuttavia la terra gira costantemente attorno al sole ed è quindi soggetta alla forza centrifuga, una forza che equilibra quella di gravità; dato che l'elettrone non cade nel protone, ciò significa che deve ruotare attorno ad esso ad una velocità fortissima: non meno di sette milioni di miliardi di giri al secondo.

In meno di vent'anni, questi scienziati avevano rivoluzionato le basi della scienza, tutto quanto si era pensato dell'atomo e della materia per più di due millenni.

Nel 1919 Rutheford rese pubblico un suo esperimento: bombardando con particelle "alfa" (nuclei di elio molto veloci – fino a decine di migliaia di Km/sec – emessi naturalmente per disintegrazione dei nuclei atomici di sostanze radioattive che hanno massa circa quadrupla del protone e carica doppia dell'elettrone), un elemento, l'azoto, riuscì a tramutarne gli atomi in atomi di altri elementi, cioè in ossigeno e in idrogeno. Praticamente scisse gli elementi stabili con mezzi artificiali, compiendo il primo autentico passo verso la conquista dell'energia che teneva unite le particelle dell'atomo, l'energia atomica.

Il decennio degli anni venti fu il periodo della nuova generazione di fisici atomici che collaborarono fra di loro senza tener conto delle barriere nazionali. Giovani fisici europei, i nomi di alcuni dei quali sarebbero divenuti famosissimi nel giro di pochi anni, si spostarono nel grande triangolo della scienza atomica: Cambridge, che voleva dire Rutheford, Copenhagen con Niels Bohr, Gottinga con Max Born e Jacob Franck. Dall'America giunse un gruppo di fisici fra i quali si trovava il ventiduenne Robert Oppenheimer, il futuro padre della bomba atomica.

Negli anni trenta, con la presa del potere dei nazisti, molti scienziati atomici ebrei, fra cui Einstein e Franck (che sarebbe diventato James Franck) furono costretti ad emigrare in America dove si crearono nuovi centri studi di fisica atomica.

Ma il primato delle scoperte, in quegli anni, rimase ancora in Europa. Nel 1934, i Joliot Curie annunciarono la scoperta della radioattività artificiale: la radioattività non era solo un fenomeno di emissione di energia osservabile in alcuni elementi come l'uranio e il radio, ma poteva essere provocata artificialmente bombardando con particelle alfa gli atomi di altri elementi.

Alla notizia della scoperta della radioattività artificiale, un giovane fisico italiano, Enrico Fermi, decise di ripetere l'esperimento dei colleghi francesi. Ma egli non credette che le particelle alfa usate dai Joliot Curie fossero i proiettili più adatti a provocare la disintegrazione degli atomi e la loro radioattività.

Tre anni prima, l'inglese Chadwick aveva rivelato l'esistenza di una particella, il "neutrone" che, essendo elettricamente neutra, non veniva respinta dal nucleo del protone e quindi aveva un potere penetrante 10.000 volte circa maggiore di quello di una particella alfa; i neutroni però non erano emessi spontaneamente da sostanze radioattive ma, per ottenerli, bisognava bombardare alcuni elementi con particelle alfa. Così facendo si otteneva un neutrone ogni

100.000 particelle alfa adoperate: un rendimento estremamente basso.

Fermi decise di usare particelle alfa per ottenere i neutroni con i quali colpire gli atomi e provocarne la radioattività. Dopo molti esperimenti negativi, bombardando l'uranio ottenne un gran numero di corpi radioattivi successivi quindi all'uranio (transuranici). Colpito da un neutrone, il nucleo dell'atomo di uranio, invece di emettere una piccola particella e trasformarsi in un nucleo di massa poco diversa come facevano gli altri elementi, si spezzò in due parti quasi uguali di peso intermedio e in più emise due neutroni, liberando un'energia enorme.

A questa scoperta seguì quella del metodo per il rallentamento dei neutroni mediante l'inserimento di un elemento contenente idrogeno fra la sorgente di neutroni e l'elemento da irradiare; ottenne così un enorme aumento di produzione di radioattività e la consapevolezza che si sarebbe potuto variare e utilizzare l'energia dell'atomo. Questa fu l'indicazione concreta e la base sulla quale avrebbero lavorato in seguito altri fisici e sulla quale, anni più tardi, in America dove era stato costretto ad emigrare per aver sposato un'ebrea, Fermi avrebbe lavorato per ottenere la prima reazione a catena controllata.

Nel 1939, alla vigilia della guerra, le acquisizioni nel campo degli studi atomici si erano ulteriormente ampliate. Un anno prima, Otto Hahn, lavorando al Kaiser Wilhelm Institut di Berlino, aveva ottenuto la fissione del nucleo di uranio ma era rimasto incerto sulle conseguenze che si potevano trarre da quell'esperienza e l'aveva comunicata alla sua ex-assistente, Lise Meitner che, essendo ebrea, era emigrata in Svezia; questa informò Niels Bohr a Copenhagen che stava per partire per Washington dove informò i suoi colleghi fisici Fermi e Szilard.

In Francia, il lavoro in questo campo si fermò quasi completamente in seguito alla occupazione tedesca e la maggioranza dei più importanti fisici atomici fuggì in Inghilterra. Anche in Unione Sovietica i piani vennero frustrati dall'invasione tedesca che impose l'evacuazione di quasi tutta l'industria e degli stabilimenti di ricerca al di là degli Urali. In Gran Bretagna, agli inizi, la ricerca nucleare fu affidata sopratutto agli scienziati profughi che però, in quanto stranieri, non potevano partecipare ai programmi protetti dal segreto militare. Ciononostante, durante gli anni seguenti, la Gran Bretagna recò alcuni tra i più importanti contributi alla messa a punto di armi nucleari.

Negli Stati Uniti le cose andavano a rilento. La Germania di Hitler sembrava all'avanguardia delle conquiste atomiche. I fisici che avevano lasciato l'Europa, per la prima volta nella storia della scienza, preferirono non rendere pubbliche le loro scoperte per non correre il rischio di fornire ai fisici tedeschi già tanto avanti – così almeno essi pensavano, date le notizie portate da Bohr – qualche dato che avrebbe potuto facilitare o abbreviare il loro lavoro.

La conferma ai loro timori venne data dalla notizia che i nazisti avevano vietato l'esportazione di uranio dalle miniere cecoslovacche. A parte l'uso prospettato dalle recenti scoperte atomiche, l'uranio era un minerale di poco pregio, impiegato per la fabbricazione delle ceramiche e delle insegne luminose, l'ultimo minerale che poteva richiedere l'interessamento di un governo. Se i nazisti avevano bloccato le miniere di uranio, voleva dire che i fisici tedeschi stavano pensando ad uno sfruttamento su larga scala di questa materia prima, stavano

cioè preparandosi a costruire le bomba atomica. La conclusione richiedeva contromisure immediate. I fisici emigrati dall'Europa sentivano di dover interessare il governo americano alla questione; solo questo governo infatti avrebbe potuto sostenere le enormi spese per proseguire su scala più ampia le ricerche intraprese. Nonostante ripetuti tentativi, il governo americano, ed in particolare le Forze Armate, rifiutarono qualsiasi aiuto. Decisero allora di rivolgersi direttamente al Presidente degli Stati Uniti. Ma la richiesta doveva essere avallata da uno scienziato il cui nome avesse la porta aperta presso Roosevelt, un uomo il cui interesse per la pace ed il cui odio per il nazismo fossero ben noti. Quest'uomo non poteva essere che Einstein che, contattato da due fisici ungheresi, Leo Szilard ed Eugene Wigner, accettò di sottoscrivere la lettera già pronta da consegnare al Presidente. Era l'agosto1939. In essa Einstein diceva:

"Nel corso degli ultimi quattro mesi sono state grandemente accresciute, grazie alle ricerche di Joliot in Francia e di Fermi e Szilard in America, le possibilità di provocare in una grande massa di uranio una reazione a catena che svilupperebbe ingenti quantità di energia... Questo nuovo fenomeno porterebbe anche alla costruzione di bombe dotate di enorme potenza..." e auspicava un contatto permanente fra il governo ed i fisici atomici al fine di accelerare i lavori in corso e finanziare le future ricerche; comunicava la notizia che la Germania aveva effettivamente interrotto la vendita dell'uranio estratto dalle miniere cecoslovacche e confermava che il sospetto secondo il quale in Germania si stesse lavorando alla costruzione della bomba atomica era fondato su dati precisi.

Questa lettera fu il primo documento ufficiale con il quale si richiese ad un governo di interessarsi alla costruzione di un'arma atomica. Come ai tempi di Archimede, Galileo, Leonardo, Nobel, la scienza incontrava la storia politica creando una forza bellica di cui il potere politico, non lo scienziato, ne avrebbe fatto l'uso che credeva e riteneva migliore.

La lettera venne portata a Roosevelt dal dottor Alexander Sachs, suo consigliere privato in materia economica. Sachs la consegnò con un suo promemoria ed iniziando il colloquio con un aneddoto storico:

"Durante le guerre napoleoniche, un giovane inventore di nome Fulton si rivolse all'imperatore dei francesi offrendogli di costruire una flotta di battelli a vapore, grazie ai quali Napoleone avrebbe potuto approdare in Inghilterra anche con i venti contrari. Imbarcazioni senza vele? All'imperatore sembrò una cosa completamente assurda. E così la miopia di Napoleone fu la salvezza dell'Inghilterra. Giudicando assurda la possibilità di costruire un'arma atomica non si rischia di commettere lo stesso sbaglio?" Il Presidente rimase fortemente colpito dal paragone, decise di agire e formò il "Comitato consultivo dell'uranio". Sia pure lentamente e con molte difficoltà, il progetto americano per la costruzione di un'arma atomica si mise in moto.[1]

Le notizie che giungevano dalla Germania erano sempre più preoccupanti. Al Kaiser Wilhelm Institut di Berlino, due fisici tedeschi, molto noti anche all'estero, Heisemberg e von Weizsacker, avevano portato a termine un importante

[1] Castellani-Gigante: "6 agosto-Storia della Bomba Atomica"-Vallecchi, Firenze, 1964, pp. 91-98

lavoro teorico. Nel luglio 1940, con la memoria "Possibilità di ricavare energia dall'uranio 238", Weizsacker aveva dimostrato la possibilità di produrre – in un reattore all'uranio moderato con acqua pesante (ossido di deuterio) – una sostanza completamente nuova, utilizzabile come esplosivo: lo stesso elemento venne chiamato più tardi dagli americani "plutonio".

Nell'autunno 1940, le officine per la produzione di acqua pesante di Riukan, in Norvegia, furono requisite dalla Wehrmacht. A che poteva servire l'acqua pesante se non alla costruzione di una bomba atomica?

In America si proseguiva lentamente. Lo sforzo principale era quello di verificare in concreto la possibilità di provocare una reazione a catena, controllarla e fermarla.

Le ricerche si svolgevano in una dozzina di istituti universitari sparsi in tutto il paese, ma ogni gruppo procedeva su una via diversa dagli altri.

La direzione giusta venne indicata da Fermi. Con i primi esigui fondi (6000 dollari) stanziati dal Comitato, Fermi poté acquistare il materiale per la composizione di una piccola "pila" (così chiamata perché i blocchi di grafite – che aveva scoperto essere la sostanza più adatta al rallentamento dei neutroni – erano "impilati"gli uni sugli altri) sperimentale per cercare di provocare l'inizio della reazione a catena.

Questo esperimento convinse il Comitato a fornire i fondi per la costruzione di una pila più grande per stabilire se la reazione a catena si potesse effettuare su vasta scala. Anche questo esperimento diede risultati soddisfacenti. Fermi era pronto ormai a costruire la grande pila in cui la reazione a catena avrebbe potuto realizzarsi completamente. Per la costruzione di questa gli venne assegnato un vasto locale sotto la gradinata dello stadio universitario di Stagg Field a Chicago.

Tutte queste ricerche avevano richiesto molto tempo e si era giunti al 1942. Gli eserciti nemici erano vittoriosi su tutti i fronti. Bisognava accelerare i tempi e cercare di impedire che i tedeschi arrivassero per primi nella corsa atomica. Nell' aprile di quell'anno, una squadra di sabotatori alleati fece saltare gli impianti di produzione dell'acqua pesante a Riukan, dai quali dipendeva in maniera vitale il programma di ricerca tedesco. Nello stesso periodo, Roosevelt e Churchill decisero di concentrare tutti i fisici atomici negli Stati Uniti.

Ormai le ricerche dovevano trasformarsi in un programma tendente a produrre un'arma e l'intero progetto doveva essere posto sotto l'egida delle Forze Armate.

Venne decisa la creazione di un nuovo reparto del Genio Militare con il compito di sviluppare il programma nucleare e realizzare l'arma atomica; lo stanziamento iniziale fu di 15 milioni di dollari (il costo totale dell'impresa fu di 3 miliardi di dollari). Al reparto venne dato il nome di "Progetto Manhattan", dal nome del distretto dove il reparto aveva il Quartier Generale. A capo di esso venne posto un brigadiere generale del Genio di 46 anni, Leslie Richard Groves, un uomo di conosciute formidabili capacità organizzative. D'ora in avanti i destini della fisica nucleare sarebbero stati decisi da un generale.

Groves dimostrò subito le sue doti: in breve tempo trovò e scelse, per motivi di sicurezza, una vasta area su di un altopiano del deserto del Nuovo Messico,

contrassegnata con il nome di Los Alamos. Contemporaneamente prese accordi con una grossa impresa, la Du Pont, per la realizzazione industriale dei reattori nucleari, senza aspettare che Fermi, a Chicago, portasse a termine la sua pila e dimostrasse la possibilità di una reazione a catena controllata.

Fermi, da parte sua, lavorava duramente nella sala dello stadio di Stagg Field. La sua pila atomica doveva essere una grande costruzione di mattonelle di grafite purissima, entro la quale sarebbero stati disposti, ad intervalli regolari, alcuni cilindri di uranio. Passando attraverso la grafite, i neutroni sarebbero stati rallentati e avrebbero potuto scindere i nuclei degli atomi di uranio e dare luogo ad una reazione a catena. Per molti mesi, Fermi ed i suoi collaboratori continuarono ad ammucchiare, uno sull'altro, i mattoni di grafite e ad inserire i cilindri di uranio in attesa che la pila raggiungesse le dimensioni critiche e tenendola costantemente sotto controllo. Il sistema per controllare o interrompere la reazione era costituito da una serie di sbarre di cadmio capaci di assorbire i neutroni liberati; sarebbe stato sufficiente estrarre queste sbarre per innescare la reazione ed inserirle di nuovo per interromperla. L'intensità delle radiazioni era segnalata da un contatore sonoro e dalla penna di un oscillografo.

Il 2 dicembre 1942, venne compiuto l'ultimo esperimento che riuscì perfettamente secondo i calcoli e le previsioni di Fermi. Uno degli scienziati aveva preparato un fiasco di Chianti in onore del fisico italiano: tutti ne bevvero in bicchierini di carta e lasciarono la loro firma sul fiasco che oggi è un cimelio storico e che ricorda una grande vittoria della scienza. La reazione a catena era una realtà.

Groves passò alla fase realizzatrice del progetto e diede vita a tre grandi centri militarizzati, contrassegnati con le sigle X, W, Y.

"X" era Oak Ridge, nella valle del Tennessee. Qui venne impiantato una stabilimento per la produzione di materiali occorrenti alla fissione nucleare.

"W" era Hanford, sul fiume Columbia, nello stato di Washington, dove vennero costruite tre grandi pile a grafite.

"Y" era Los Alamos, il centro più importante del progetto, dove sarebbe stata fabbricata l'arma atomica. "Y" doveva diventare un colossale laboratorio segreto a tutti e dove si sarebbero concentrati tutte le ricerche e tutti gli scienziati atomici.

A dirigere Los Alamos Groves chiamò Julius Robert Oppenheimer, un giovane fisico di 38 anni, professore al California Institut of Tecnology di Pasadena e all'University of California di Berkeley, molto conosciuto internazionalmente e stimato dai colleghi.

Il lavoro iniziò e proseguì febbrilmente. Bisognava costruire gli stabilimenti ed i laboratori, dotarli di adeguate strutture, fornirli di adeguate apparecchiature. "La prima bomba sarà pronta verso il 1° agosto 1945" aveva promesso Groves al Capo di Stato Maggiore dell'Esercito. Bisognava far presto ed accelerare i tempi.

Dalla fine del 1942 le sorti della guerra erano cambiate. Sotto l'incalzare degli eserciti alleati la Germania ed il Giappone stavano inesorabilmente perdendo i territori conquistati. Sul finire del 1943 l'Italia aveva ceduto le armi.

Nel 1944, quando la Germania era ormai in fiamme, Hitler disse: "Dio mi perdoni gli ultimi cinque minuti di guerra". Goebbels, Ministro nazista della Propaganda, promise nuove armi segrete in grado di capovolgere in pochi giorni il disastroso andamento della guerra. I fisici che si trovavano in America cre-

dettero di capire meglio di chiunque il senso esatto di queste parole. Che le armi segrete fossero bombe atomiche non ne erano sicuri, ma di certo si sapeva che i tedeschi lavoravano in questo campo. Bisognava tentare di sopravanzarli a tutti i costi e avere notizie sicure.

Il governo degli Stati Uniti organizzò un'unità da far scendere in campo con le truppe combattenti per ottenere informazioni. La missione, il cui nome in codice fu "Alsos (traduzione dal greco in italiano "boschetto", in inglese "groves"), venne costituita da personale militare e da scienziati e partì per l'Europa. Seguì, e certe volte precedette, le truppe combattenti, esaminò documenti e materiali, catturò ed interrogò alcuni fra i più importanti fisici tedeschi e accumulò prove dell'inesistenza di una bomba atomica nazista.

Ormai la guerra in Europa si avvicinava alla fine e con la vittoria alleata; tutti ormai sapevano che anche per i giapponesi non esisteva più speranza di vincere.

Molti pensarono che era assolutamente ingiustificato lanciare le prime bombe atomiche sul Giappone. Il "Progetto Manhattan" si stava rivelando, alla resa dei conti, perfettamente inutile e ciò non poteva non avere un'immediata ripercussione sullo stato d'animo degli scienziati che lavoravano a Los Alamos. Ma anche se alcuni di loro si chiedevano se si avesse dovuto ancora usare la bomba, il lavoro continuò normalmente. L'unico a decidere era, per costituzione, il Presidente degli Stati Uniti. Ma il 12 aprile 1945 Roosevelt morì. L'uomo che per precedere Hitler nella costruzione della bomba aveva dato il via al Progetto Manhattan, non avrebbe visto la vittoria e non avrebbe dovuto decidere sull'impiego dell'arma quasi pronta a Los Alamos.

Il 25 aprile 1945 Harry Truman succedette a Roosevelt ed uno dei suoi primi atti fu quello di formare un Comitato, presieduto dal Ministro della Guerra Stimson e composto da politici, militari e scienziati, per prendere una decisione circa l'uso della bomba.

Il 1° giugno 1945 il Comitato approvò all'unanimità una serie di suggerimenti che furono trasmessi al Presidente. In essi si raccomandava:

a) – di lanciare la bomba al più presto possibile sul Giappone;

b) – di impiegarla contro un obiettivo che presentasse due requisiti e cioè su un insieme di installazioni militari circondate da abitazioni o da altri edifici particolarmente danneggiabili;

c) – di lanciarla senza alcun particolare preavviso circa la natura dell'arma.

La notizia di questa risoluzione trapelò ben presto fra gli scienziati del Progetto Manhattan. Una buona parte di essi avvertì la necessità di opporsi ad una decisione che ritenevano errata e di fare quanto era loro possibile per impedire che l'atomica venisse lanciata sul territorio giapponese. Un comitato di loro colleghi, presieduto dal Premio Nobel James Franck, fu incaricato di redigere un rapporto sulle conseguenze sociali e politiche dell'energia atomica da sottoporre alle più alte autorità dello stato. La sua parte più importante era:

"Si è più volte rimproverato agli scienziati di aver dotato le nazioni di nuove armi per il loro reciproco annientamento invece di contribuire al loro benessere... In passato, tuttavia, gli scienziati potevano declinare ogni responsabilità immediata circa l'uso che l'umanità faceva delle loro scoperte disinteressate. Ora invece noi siamo costretti a prendere attiva posizione poiché i successi da noi conseguiti nel campo dell'energia nucleare sono legati a pericoli infinita-

mente maggiori di quanto avveniva nelle invenzioni del passato. Tutti noi, che conosciamo lo stato attuale della fisica nucleare, abbiamo costantemente dinnanzi agli occhi la visione di un'improvvisa catastrofe... I vantaggi militari e il risparmio di vite americane che potrebbero derivare da un improvviso impiego di bombe atomiche nella guerra contro il Giappone potrebbero venire annullati dalla conseguente perdita di fiducia e da un'ondata di terrore e di opposizione che si diffonderebbe per il resto del mondo e che forse scinderebbe perfino l'opinione pubblica interna.

In considerazione di tutto ciò, sarebbe raccomandabile che la nuova arma venisse presentata nel deserto o su di un'isola disabitata alla presenza dei delegati di tutte le Nazioni Unite. Si creerebbe l'atmosfera più favorevole per la realizzazione di un accordo internazionale se l'America potesse dire al mondo: "Vedete che arma possediamo, eppure non l'abbiamo impiegata. Siamo disposti a non impiegarla neppure in futuro se le altre nazioni aderiranno alla nostra proposta e acconsentiranno all'installazione di un efficace controllo internazionale...

Le bombe nucleari non possono assolutamente restare un'arma segreta ad uso esclusivo del nostro paese per più di qualche anno. I presupposti scientifici sui quali si basa la loro costruzione sono ben noti agli scienziati di altri paesi. Se non si realizza un efficace controllo internazionale sugli esplosivi militari, è certo che, immediatamente dopo la prima rivelazione a tutto il mondo del nostro possesso di armi nucleari, inizierà un generale riarmo. Entro dieci anni anche altri paesi potranno possedere armi nucleari, ognuna delle quali, senza neppure raggiungere il peso di una tonnellata, potrà distruggere una città per più di dieci miglia quadrate."[2]

Tale rapporto esaminava con chiarezza quasi profetica quelle che sarebbero state le linee di forza della politica mondiale degli anni a venire, ma era forse troppo lucido per poter sperare di essere compreso dagli uomini della politica immediata. Rimase infatti lettera morta.

Il 16 luglio 1945, in una località nei pressi di Alamogordo, avvenne l'esplosione sperimentale che diede risultati superiori al previsto. Truman era a Potsdam con Churchill e Stalin. Li lo raggiunse il messaggio cifrato: "Babies satisfactorily born." (I bambini sono nati soddisfacentemente). Ora la decisione finale spettava a lui. Con l'approvazione di Churchill autorizzò il lancio.

A Los Alamos erano state approntate due bombe differenti: la "Little Boy" (ragazzino), all'uranio 235 e la "Fat Man" (ciccione) al plutonio 239. Il plutonio era un elemento non esistente in natura ed era stato artificialmente ottenuto dal "nettunio" che a sua volta era stato ottenuto bombardando l'uranio con neutroni prodotti dal ciclotrone di Berkeley- ad un costo inferiore all'uranio; colpito da neutroni, aveva una reazione simile a quella dell'uranio 235 scindendosi in due parti di massa quasi uguale e innescando una reazione a catena.

La "Little Boy" era lunga mt. 4,25, con un diametro di mt. 1,5 e pesava circa 4,5 tonnellate; il suo funzionamento si basava sulla tecnica seguente: la sostanza fissile (in questo caso l'uranio 235) era divisa in due masse – una piccola ed una più grande a forma conica posta nell'ogiva – ambedue in condizione "sub-

[2] id. id. pp. 188-190

critica", cioè sulla soglia della reazione a catena; al momento opportuno, grazie all'azione di una piccola quantità di esplosivo convenzionale, le due masse si sarebbero riunite ad altissima velocità (inferiore ad un microsecondo) raggiungendo così la "criticità" e subito dopo la "supercriticità" con il conseguente innesco della reazione a catena e la relativa esplosione.

La "Fat Man" era lunga mt. 3,24 con un diametro di mt. 1,35 e pesava anch'essa 4, 5 tonnellate; il suo funzionamento si basava su di una tecnica diversa: alla sostanza fissile (in questo caso il plutonio 239), mantenuta in condizioni "subcritiche" veniva fatta raggiungere la "criticità" e poi la "supercriticità" diminuendone violentemente il volume per compressione uniforme grazie all'azione di cariche di esplosivo convenzionale disposte con simmetria sferica attorno alla massa fissile; si provocava così un'"implosione" (cedimento violento e proiezione di frammenti all'interno con relativo innesco della reazione a catena).

Nella notte fra il 5 ed il 6 agosto 1945, un bombardiere B-29, l'"Enola Gay", decollò dalla base di Tinian – un'isola nell'arcipelago delle Marianne – con a bordo la "Little Boy" e affiancato da due altri B-29 che avrebbero dovuto paracadutare apparecchi radiotrasmittenti e oscilloscopi a raggi catodici e fotografare ogni particolare dell'esplosione. Alle 0809 del 6 agosto 1945, l'"Enola Gay", a 10.500 metri sotto di sé, vide la città di Hiroshima; alle 8, 15 minuti e 17 secondi, i portelloni si spalancarono e la bomba venne sganciata. Alle 0816, si vide un bagliore enorme: un'immane ventata spazzò ogni forma di vita della città e ciò che rimase vivo fu piagato da un calore che deformò e strappò la pelle. Un gigantesco fungo nero, attraversato da bagliori di fuoco, salì verso il cielo; sotto di esso, migliaia di morti e gente orribilmente piagata (più di 100.000 morti e 40.000 feriti) e un mare di macerie dalle quali si levavano lingue di fuoco di innumerevoli incendi. Le due masse di uranio erano entrate in collisione a 570 metri dal suolo sviluppando un'energia pari a 20.000 tonnellate di trinitrotoluene.

La "Fat Man", anch'essa sganciata da un B-29, esplose (o per meglio dire "implose") alle 1102 del mattino del 9 agosto, dopo 54 secondi di caduta, a 490 metri d'altezza: fece terra bruciata in una frazione di secondo (la temperatura al suolo fu di 10.000 gradi centigradi, tanti da fondere il granito), distruggendo 11. 574 case, danneggiandone altre 6.000 e causando la morte di 73.884 persone ed il ferimento di altre 74.904.

Il 10 agosto 1945, l'imperatore del Giappone annunciò la resa del suo paese. Quale sarebbe stato il corso degli eventi se le bombe non fossero state sganciate è uno dei grandi interrogativi della storia, destinati a non avere risposta. Si può validamente, ma non definitivamente, affermare che i giapponesi si sarebbero in ogni caso arresi dopo poco, senza altri spargimenti di sangue. Infatti, il Giappone, sottoposto nel mese di luglio a terribili bombardamenti aerei e navali, era di fatto già vinto. La risposta più logica è probabilmente politica. La ragione sta nel fatto che, sin dal 3 giugno, l'imperatore Hirohito aveva chiesto, tramite l'Unione Sovietica che non era in guerra con il Giappone, l'apertura di trattative di pace. Questa richiesta era stata ripetuta, ma Stalin, che aveva interesse ad entrare in guerra contro il Giappone essendosi impegnato, alla Conferenza di Teheran nel 1943, per partecipare ai frutti della vittoria e per giustificare le sue pretese territoriali in Asia, fece tirare le cose in lungo con la scusa che l'offerta giapponese non era una cosa seria. Alla Conferenza di Potsdam(17/7-2/8 1945)

parve che Stalin non avesse capito, ancor meno dei giapponesi, cosa fosse l'arma terrificante di cui gli parlava Truman e alla quale l'ultimatum lanciato a Tokio il 26 luglio da Stati Uniti, Gran Bretagna e Cina si riferiva implicitamente.

Secondo la sua ultima decisione, Stalin si era impegnato ad intervenire contro il Giappone tre mesi dopo la vittoria in Europa e cioè l'8 agosto 1945. L'esplosione di Hiroshima, due giorni prima della data fissata per l'intervento sovietico, servì gli interessi americani molto più politicamente che strategicamente.

L'Unione Sovietica dichiarò guerra al Giappone l'8 agosto e invase la Manciuria il giorno 9. Non fu che una partecipazione di principio. Il Giappone fece sapere il giorno 10 che accettava i termini dell'ultimatum e proclamò ufficialmente il giorno 14 la sua resa incondizionata, che divenne un fatto puramente americano.

Il Presidente Truman, in una dichiarazione riportata dal "The Times" dell'8 agosto 1945, affermò: "Supponendo, in teoria, di poter fabbricare un numero adeguato di bombe atomiche, avremmo aumentato di 3000 volte il potere distruttivo dei bombardieri americani; equipaggiata con questa nuova arma, una flotta americana di 800 superfortezze del tipo di quella che ha recentemente fatto l'incursione sul Giappone, avrebbe l'effetto distruttivo di 2.500.000 velivoli similari, ma trasportanti TNT (tritolo).

Qualche anno dopo la guerra, uno dei più grandi esperti di cose militari, l'inglese J. F. C. Fuller, descrisse la futura guerra:

"Poiché, come è noto, il primo modello di bomba atomica, scoppiando ad una quota di 550 metri, distrusse una superficie leggermente superiore alle quattro miglia quadrate, è ovvio che nessun esercito potrebbe resistere se attaccato da un sia pur piccolo gruppo di velivoli trasportanti bombe atomiche; lo stesso si può ripetere riferendosi ad una flotta in mare, anche se composta di navi sommergibili, perché cariche di profondità equivalenti a 20.000 tonnellate di TNT si dimostrerebbero irresistibili; considerazioni analoghe possiamo ancora fare per il velivoli, impiegando la bomba in collegamento con i radar, quale 'carica di quota' invece che di profondità. Dato che, per mezzo dei radar, fu possibile, in una giornata di nebbia, ad una distanza di 28000-30000 metri, colpire con tre proiettili da 9 pollici, su i 33 sparati dalle batterie di Dover, lo "Scharnhorst" navigante a 30 nodi, sarebbe ugualmente possibile fare lo stesso con proiettili atomici o razzi contro aeroplani, con il vantaggio che in tal caso non è nemmeno necessario colpire il bersaglio. Possiamo dunque ritenere ammissibile che l'arma dominante divenga il razzo con testa di guerra atomica; il suo scopo sarà quello di apportare rovina e la lotta assumerà l'aspetto di un'eruzione del Krakatoa.

Al posto delle città cintate da mura, come usavano all'epoca delle invasioni normanne, possiamo immaginare intere contrade recinte da serie di radars continuamente in ascolto per captare la prima nota del jazz della morte; nei pressi di questi strumenti saranno nascoste due diverse organizzazioni tattiche di razzi carichi di esplosivo atomico: l'una avrà compiti difensivi, l'altra offensivi; questa avrà la portata di ogni grande città straniera in quanto, prima che la guerra sia scatenata (e il dichiararla sarebbe follia pura e semplice), nessuna singola nazione potrà conoscere quale delle altre è il vero nemico; l'organizzazione difensiva invece sarà subordinata ai radars al cui primo segnale di avviso dell'arrivo

di razzi offensivi verso di loro, partiranno automaticamente i razzi della difesa che correranno nei cieli ad esplodere in quel tale punto dello spazio nel quale i radars avranno stabilito l'arrivo dei razzi nemici in quel determinato istante. Allora, a qualche centinaio di miglia al di sopra della superficie terrestre, verranno combattute, colpo contro colpo, silenziose battaglie; di quando in quando, qualche incursore riuscirà a passare, ed allora Londra, Parigi o New York verranno ridotte ad un enorme fungo di fumo e polvere, alto 12.000 metri, e poiché nessuno potrà sapere quello che starà accadendo al di là dei propri confini, né potrà avere un'idea dell'identità dei combattenti, o tanto meno delle cause della guerra, questa continuerà in una specie di furore bellico fino a che l'ultimo laboratorio non sarà saltato; se, allora, qualche vita sarà rimasta sulla terra, verrà senza dubbio indetta una conferenza per decidere chi sarà il vinto e chi il vincitore, onde eliminare subito il primo quale criminale di guerra."[3]

Queste apocalittiche previsioni, fortunatamente, non si sono avverate soltanto perché dal 1950 (quando l'Unione Sovietica costruì la sua prima bomba atomica) si è instaurato l'"equilibrio del terrore": le armi nucleari, di conseguenza, hanno funzionato da "deterrente". Ma se non si è verificata la Terza Guerra Mondiale (ma purtroppo un gran numero di guerre locali con armi convenzionali), tutti gli strumenti di offesa e difesa sono apparsi – come vedremo – secondo quanto preconizzato da Fuller.

A conclusione di questa parte dedicata alla tecnologia ed all'arte militare della Seconda Guerra Mondiale, riteniamo opportuno fare delle considerazioni. In passato, il progresso tecnologico e lo sviluppo degli armamenti è rimasto di gran lunga indietro rispetto ai progressi compiuti in campo civile. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, ed ancora oggi, è stato vero quasi l'opposto. E' nelle attrezzature per la difesa che si sono compiuti i progressi che sono stati poi ripresi e sfruttati nella sfera civile. Il motore a combustione interna, un prodotto del XIX secolo, era un'invenzione civile, usata poi in guerra come mezzo di propulsione di aerei, sommergibili, carri armati, ecc. Il motore a reazione, invece, divenne per la prima volta un progetto concreto solo durante la Seconda Guerra Mondiale, in seguito agli sforzi ed alle spese profusi in vista delle sue potenzialità militari. La Prima Guerra Mondiale impresse una forte accelerazione all'evoluzione dell'aeroplano. Dal 1914 al 1918 l'aeroplano progredì dalla condizione di lento e goffo veicolo di limitatissime capacità a quella di mezzo capace di viaggiare per molte centinaia di chilometri, a considerevoli altezze e a una velocità di quasi trecento chilometri orari. Progressi ugualmente rapidi furono compiuti durante la Seconda Guerra Mondiale quando, con l'introduzione del motore a reazione, si raggiunsero velocità anche superiori ai 700 chilometri orari.

I razzi a lunga gittata con ogiva esplosiva furono prodotti e usati per la prima volta dalla Germania per attaccare l'Inghilterra. Da essi sono derivati sia i missili odierni con propulsione a razzo – di gran lunga più potenti, in grado di trasportare ogive nucleari per migliaia di miglia – sia l'intero programma di esplorazioni spaziali.

---

[3] J. F. C. Fuller: "Le armi e la storia"- Scuola di Guerra Aerea, Firenze, 1953, pp. 266 267

Verosimilmente, nessuno di questi sviluppi si sarebbe verificato – o in ogni modo in così breve tempo – senza la pressione della guerra fredda e la conseguente importanza attribuita alla sicurezza militare e alla competizione tecnologica.

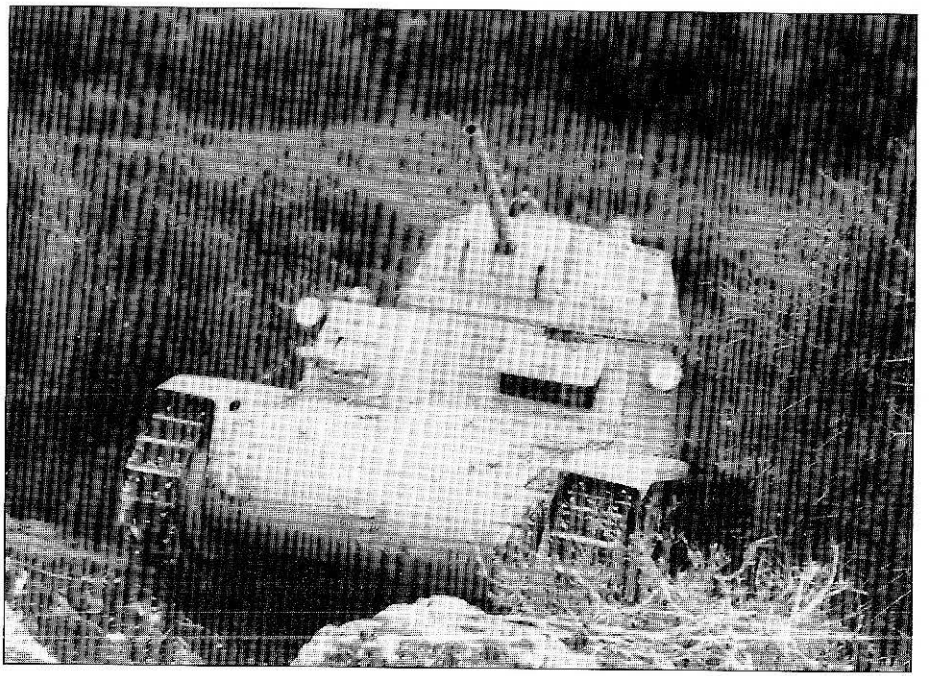
Nonostante i notevolissimi progressi tecnici, avutisi durante e dopo la Seconda Guerra Mondiale, nella progettazione e nell'equipaggiamento degli aerei, il bombardiere, come veicolo di potenza distruttiva a lungo raggio è stato virtualmente sostituito dal missile a lungo raggio. Per l'uso sul campo di battaglia, l'aviazione tattica è stata, ed è tutt'ora, minacciata dal costante perfezionamento dei missili terra-aria. Nel suo ruolo di ricognizione sembra già largamente superata da fotografie ed immagini inviate da satelliti lanciati nello spazio da missili.

La tecnologia dell'automazione è in gran parte un prodotto del lavoro compiuto durante la guerra sui dispositivi di comando del tiro delle armi controaeree. I servomeccanismi con autoregolazione, che tanta parte hanno nell'industria moderna, specialmente dove sono in gioco processi a catena, furono elaborati inizialmente per disporre e puntare automaticamente i cannoni antiaerei. I calcolatori elettronici moderni derivano dal primo vero calcolatore costruito, appena finita la guerra, per l'Esercito degli Stati Uniti con lo scopo di eseguire calcoli balistici.

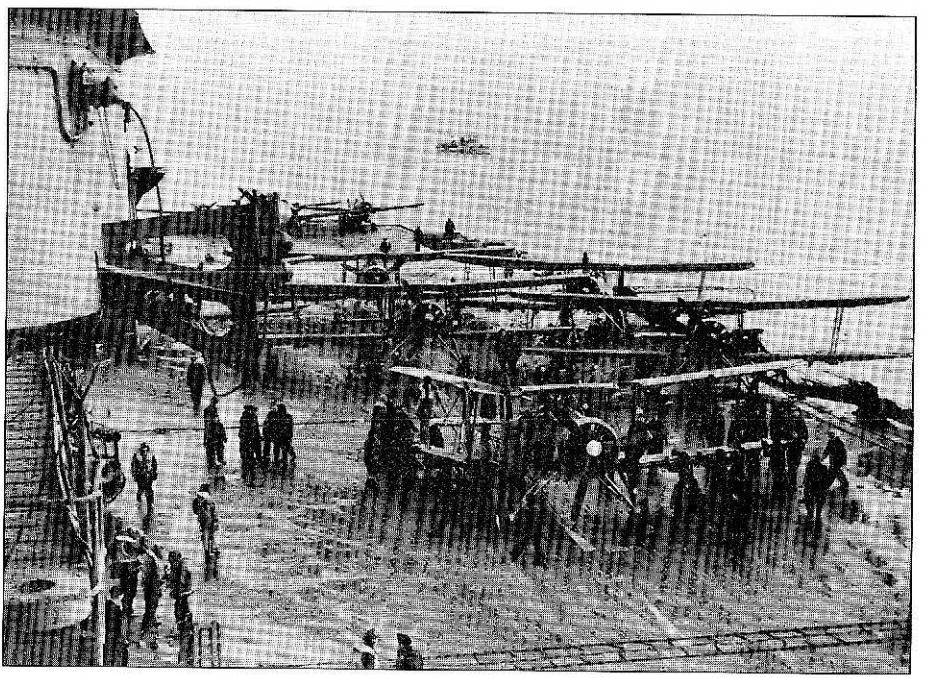
Il radar è oggi usato in tutto il mondo per controllare il traffico navale ed aereo: anch'esso è un'invenzione militare adattata in seguito ad usi civili.

Il maggior intervento della scienza e della tecnologia nel campo militare è stato, tuttavia, l'invenzione della bomba atomica e poi della bomba all'idrogeno. Le conoscenze fondamentali necessarie alla produzione di armi nucleari non avevano assolutamente alcun collegamento con scopi militari. Si trattava di una ricerca particolamente "pura" sui misteri più profondi della fisica atomica; ma sotto la pressione della guerra, della guerra fredda e del patriottismo, molti scienziati collaborarono attivamente al processo di trasformazione della ricerca di base in uno strumento militare di eccezionale potenza.

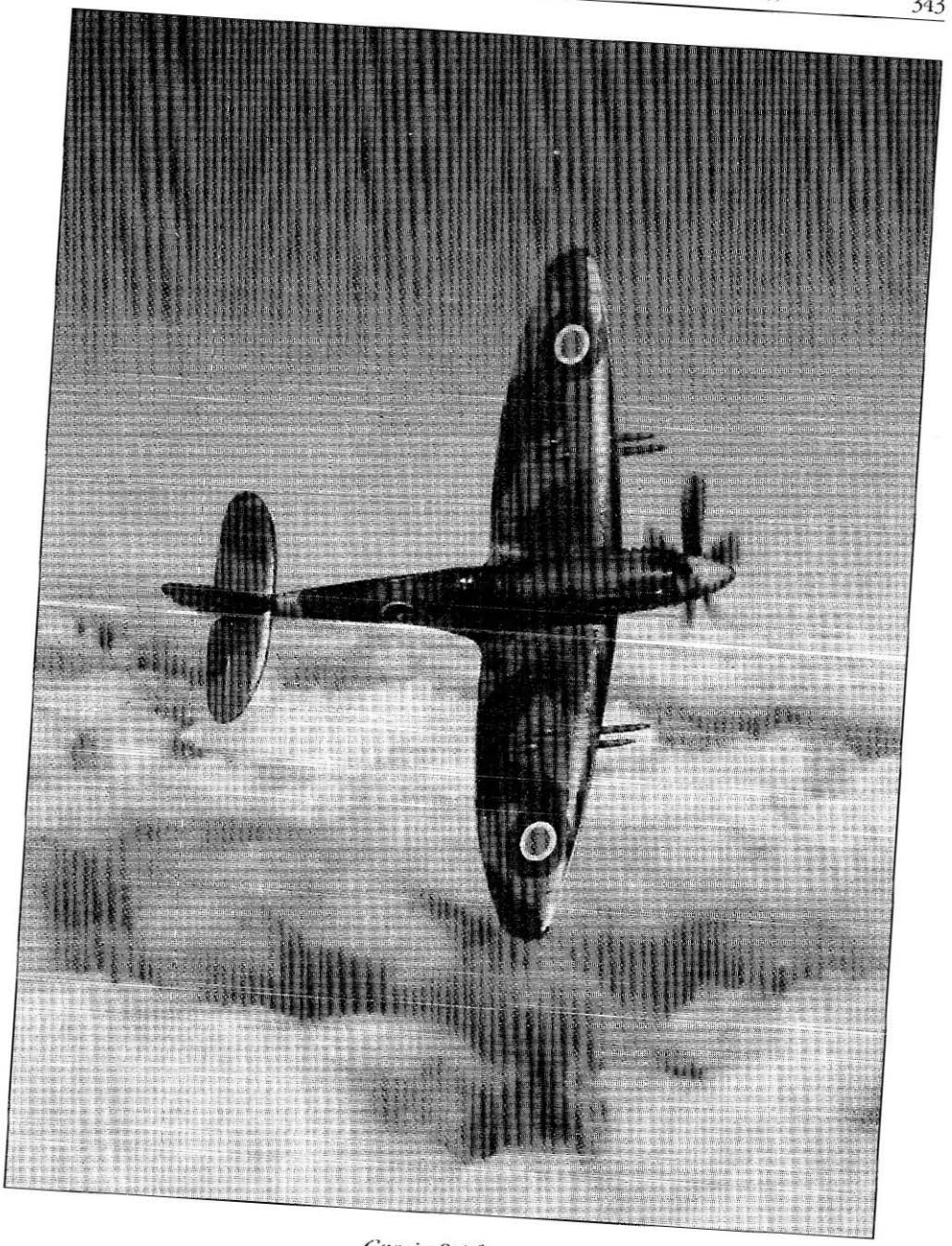
Lo sviluppo di quanto sopra e gli ulteriori progressi della tecnologia militare fino ai giorni nostri verranno illustrati nella parte seguente.



Carro armato italiano M13/40

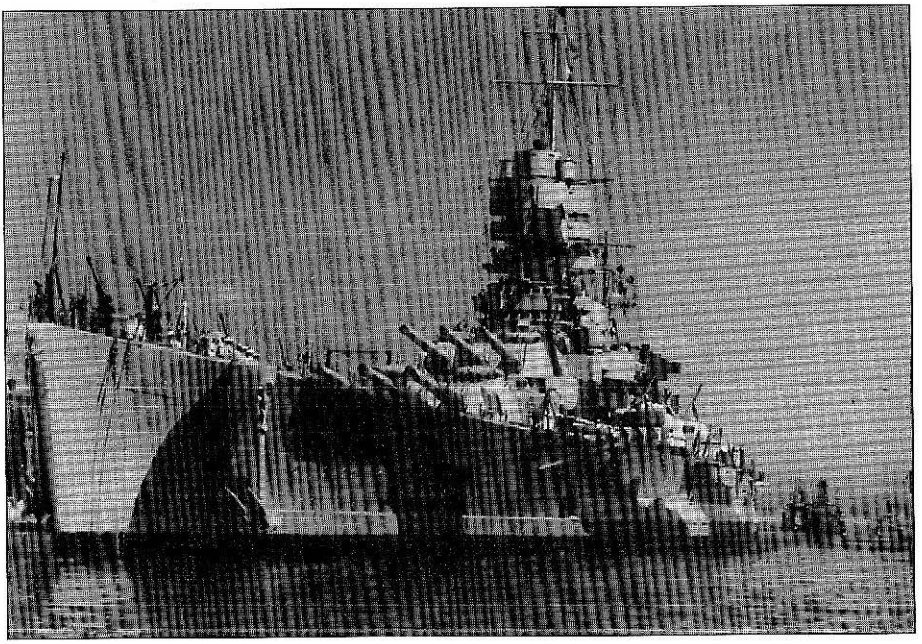


Portaerei inglese "Illustrious" con aerosiluranti

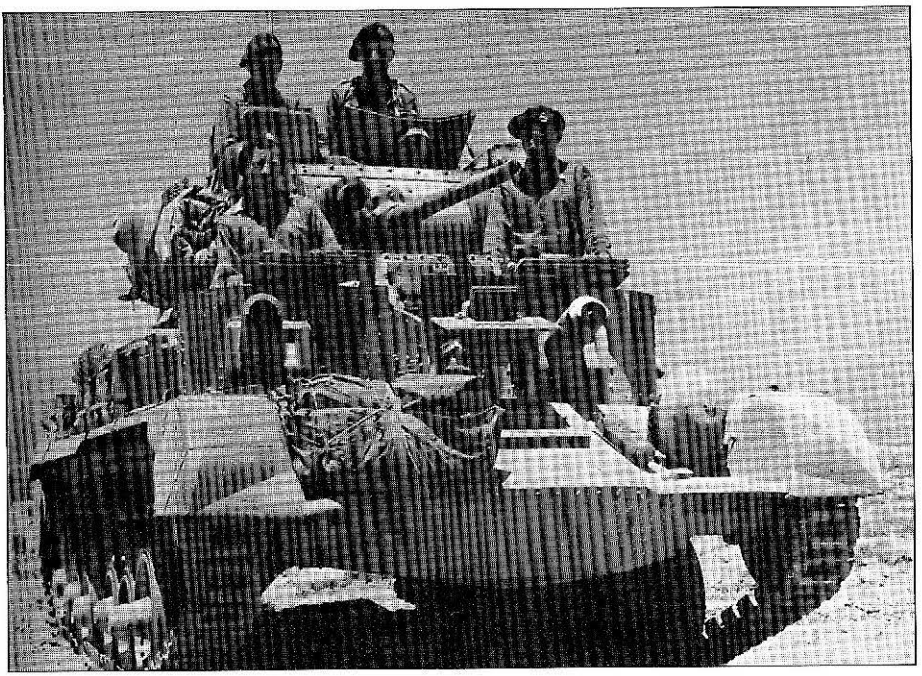


Caccia Spitfire

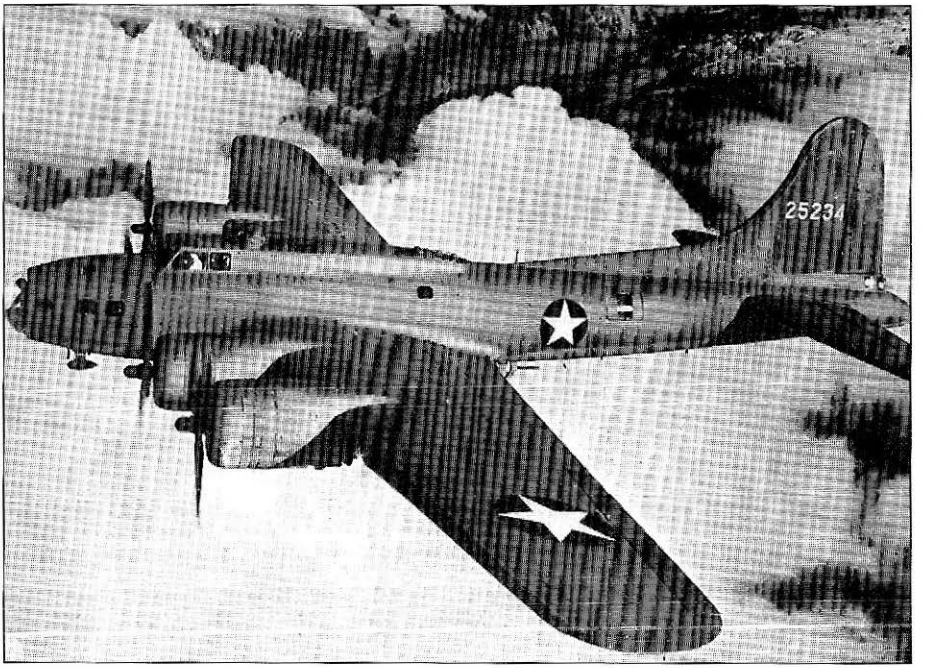
Corazzata inglese "Rodney"



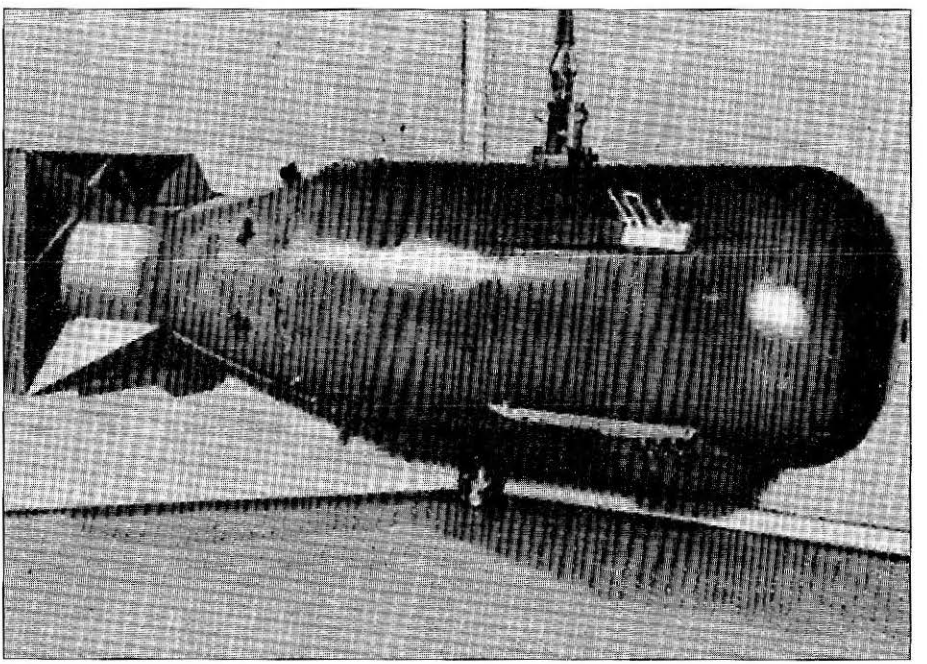
Corazzata "Littorio"



Carro inglese Cruiser nel deserto africano



Bombardiere americano B17



Bomba atomica "Little boy" lanciata su Hiroshima

PARTE
SESTA

ATOMO, MISSILISTICA, AUTOMAZIONE E CONQUISTA DELLO SPAZIO (dal 1945 ad oggi)

Capitolo I

EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA DEGLI ARMAMENTI E DELL'ELETTRONICA

Il periodo dopo la Seconda Guerra Mondiale fu testimone di una rapida crescita di nuove e perfezionate armi ed i governi – specialmente delle grandi potenze vincitrici – sostennero il loro sistematico sviluppo.

La disponibilità di armi atomiche e dei loro potenti vettori che in seguito vennero costruiti e cioè bombardieri a larghissimo raggio e missili intercontinentali e la quasi certa catastrofe che ne sarebbe derivata dal loro uso, divise il concetto relativo alla condotta della guerra in due distinti livelli: un livello superiore concernente una guerra *generale* o *strategica*, con l'impiego di armi nucleari, ed uno inferiore di guerra *convenzionale* nella quale, probabilmente, le armi nucleari non sarebbero state impiegate, ma il loro possibile uso non doveva essere dimenticato.

Le tecnologie degli armamenti e delle apparecchiature di controllo e di comunicazione si integrarono così strettamente da rendere complicata la loro distinzione nell'impiego terrestre navale ed aereo: d'ora in avanti perciò – contrariamente alle parti precedenti – questo non sarà più suddiviso a seconda del loro impiego, ma a seconda della loro specializzazione.

Le *armi convenzionali.* Molte armi, cosiddette "convenzionali", provennero da quelle originate prima o durante la guerra. Le armi della *fanteria* aumentarono il volume di fuoco quando gli eserciti equipaggiarono ogni soldato con un fucile automatico. Il fante della Seconda Guerra Mondiale aveva avuto in dotazione un fucile non molto dissimile da quello usato dai suoi predecessori nella guerra 1914-18: la maggioranza di queste armi aveva l'otturatore a comando manuale, un caricatore da cinque a dieci cartucce, sparava proiettili di piccolo calibro, pesava all'incirca cinque chilogrammi, produceva un forte rinculo ed aveva una gittata dai 1500 ai 2000 metri.

Le esperienze di combattimento avevano dimostrato che il fante non era in grado di individuare bene il bersaglio oltre i quattrocento metri e che l'arma più utile avrebbe dovuto essere semi o interamente automatica, destinata ad un fuoco rapido a distanza ridotta. Già durante il conflitto erano apparsi i primi fucili automatici a presa di gas, quali l'americano "Garand M1" ed il tedesco "Sturmgewehr" (fucile d'assalto) MP44.

Il prototipo dei fucili d'assalto postbellici fu il sovietico "Avtomat Kalashnikov AK47", derivato dall'MP44 tedesco, calibro 7,62, a tiro selettivo, con caricatore amovibile bifilare di 30 colpi, predisposto per il tiro semiautomatico o automatico, con un ritmo di 600-800 colpi al minuto, con una cartuccia "intermedia" di gittata inferiore (800 mt.) a quella dei fucili tradizionali. Questo tipo d'arma è stato adottato ormai da tutti gli eserciti: di leggero rinculo, di facile uso, anche da parte di truppe scarsamente addestrate; leggera, molto robusta e di elevata prestazione data la sua possibilità di colpire il bersaglio anche a con-

siderevole distanza e la possibilità di essere dotata di mirini sofisticati a raggi infrarossi ed a laser (vedi più avanti) in continuo perfezionamento. Un'elevata diffusione ebbero anche le pistole mitragliatrici della nuova generazione, quali l'americana M3A1, la sovietica PPSM1943, la britannica L2A3, l'israeliana "Uzi" e l'italiana MAB.

Le nuove mitragliatrici non richiesero più, come nell'ultima guerra, un gruppo di serventi e le più diffuse furono quelle leggere e medie, dello stesso calibro dei fucili, con rapidissimo ritmo di fuoco e servite da un solo uomo; generalmente, le mitragliatrici pesanti furono montate su carri armati o veicoli cingolati.

I progressivi miglioramenti delle armi portatili hanno dimostrato che il soldato moderno può produrre una maggiore intensità di fuoco rispetto al passato, sebbene di durata inferiore e con un considerevole supporto logistico, fatti che hanno completamente modificato i metodi di condotta della guerra.

La fanteria è stata generalmente montata, in grande maggioranza, su veicoli blindati e cingolati, derivati dai veicoli semicingolati che avevano trasportato i fanti delle Divisioni corazzate della Seconda Guerra Mondiale.

L'*artiglieria* è rimasta una delle armi principali della guerra terrestre; oltre alle bocche da fuoco destinate a servire di supporto alle altre armi, sono stati mantenuti i pezzi speciali per la lotta controcarro e contraerea, anche se con l'adozione del leggero cannone senza rinculo e dei razzi anticarro ed antiaerei hanno perduto gran parte del loro potenziale. I pezzi d'artiglieria si sono stabilizzati su calibri dai 75 mm. ai 155 mm., questi ultimi con una gittata di circa 30.000 metri.

La tecnologia di base delle artiglierie è rimasta generalmente quella della Seconda Guerra Mondiale, ma la mobilità è stata considerata di vitale importanza nella guerra moderna ed i nuovi modelli, abbandonato il traino animale, sono stati realizzati in modo da essere facilmente trasportabili; la soluzione migliore è stata l'artiglieria semovente, ormai generalmente adottata.

Le artiglierie hanno avuto a disposizione anche armi nucleari tattiche, con testate di dimensioni tali da essere inserite in proietti per bocche da fuoco. Questa grande potenza in un piccolo volume avrebbe potuto avere conseguenze difficili da calcolare, specialmente in vista delle radiazioni inseparabili da tali esplosioni. Una singola granata o bomba poteva riprodurre gli effetti di una concentrazione d'artiglieria senza precedenti. Poichè, da secoli, tale concentrazione aveva svolto un grande ruolo nell'offensiva, le armi nucleari tattiche, ovviamente, avrebbero dato all'offensiva un'opportunità per la sorpresa, perché avrebbero potuto evitare la concentrazione dei pezzi d'artiglieria, sempre difficile da dissimulare.

Ma poichè l'azione offensiva, ha sempre tradizionalmente richiesto un concentramento di forze, la difensiva avrebbe ricavato un maggior vantaggio dalla nuova arma, dato che avrebbe potuto lanciare un proietto nucleare contro i concentramenti nemici. Così la difesa, anche se colta di sorpresa, non avrebbe avuto necessità di ricorrere ad un controconcentramento per affrontare un'offensiva nemica. Poichè l'aumento della potenza di fuoco, nei secoli diciannovesimo e ventesimo, aveva, di norma, rafforzato il potere della difesa, sembra logico presumere che l'impiego delle armi nucleari tattiche avrebbe avuto lo stesso risultato.

Ma le Grandi Potenze con a disposizione tali armi tattiche non hanno pianificato, in pratica, il ricorso ad esse nella difensiva. Il timore che tale impiego tattico avrebbe potuto condurre ad un uso strategico ed alla conseguente distruzione di città ed all'uccisione di milioni di civili, hanno spinto gli eserciti a pianificare di combattere senza di esse.

La possibilità, tuttavia, dell'impiego di armi nucleari tattiche, ha dato impulso all'orientamento verso forze interamente montate. Una maggiore mobilità ha reso più facile ricercare la sicurezza attraverso la dispersione delle forze, perché le forze mobili possono riconcentrarsi più rapidamente di quelle a piedi. La protezione da un'esplosione nucleare offerta da veicoli corazzati e blindati ha reso anche questi mezzi più validi da impiegare.

Gli eserciti mobili, con sofisticati caccia-bombardieri, un gran numero di moderni carri armati, artiglierie semoventi e veicoli blindati per la fanteria, sono stati costituiti da un numero di uomini inferiore a quello degli eserciti europei alla vigilia della Seconda Guerra Mondiale.

La tradizione di *fortificazioni permanenti*, che aveva avuto una grande importanza nell'Europa occidentale fin dall'epoca dei castelli e delle città fortificate, è ormai declinata nelle pianificazioni difensive.

Nell'*elicottero* gli eserciti hanno scoperto la loro cavalleria leggera. In grado di sollevarsi e discendere verticalmente e librarsi nell'aria, l'elicottero riproduce esattamente le prestazioni della cavalleria leggera tradizionale. Armato di mitragliatrici e razzi, si è dimostrato estremamente efficiente contro la fanteria e, particolarmente quando armato con missili anticarro filoguidati, micidiale per i carri armati. Esso può portare anche una dozzina, o più, di soldati. La sua lentezza lo rende tuttavia molto vulnerabile alle armi antiaeree ed ha perciò scarso uso contro forze dotate di tali difese.

Ma il suo valore logistico nel fornire un rapido movimento, nel recuperare ed evacuare feriti, nel superare terreno difficile, nel collegamento, nell'osservazione e nel varcare corsi d'acqua, lo ha reso un validissimo mezzo. Anche le Marine militari lo impiegano validamente in particolare per la lotta antisom, per soccorso, osservazione e collegamento fra navi e fra navi e terra.

Sebbene il velivolo ad ala rotante risalga all'idea di Leonardo, soltanto nel XVII secolo si tentò di realizzarne i primi modelli, ma fino al XX secolo gli inventori (ivi compreso l'italiano Forlanini), non riuscirono ad imporlo. Il primo ad ottenere risultati concreti fu lo spagnolo Juan de la Cierva, che cominciò i voli con il suo "autogiro" nel 1923 e nel 1928 fece un lungo volo a tappe per l'Europa attraversando la Manica e continuando in seguito a perfezionarlo. Nel 1930, un elicottero, progettato dall'italiano Corradino d'Ascanio, conquistò i primi records mondiali per questo tipo di velivolo. Il primo elicottero fu però il Focke-Achgelis Fa-61 che conquistò nuovi records mondiali nel 1937 raggiungendo i 2439 metri di quota e una velocità di 122 km/h. Come abbiamo già citato, i tedeschi, nella Seconda Guerra MOndiale, costruirono ed impiegarono un minuscolo autogiro monoposto, dal rotore pieghevole, che veniva imbarcato sui sommergibili, si sollevava trainato dal sommergibile in emersione e offriva un eccellente campo di osservazione all'uomo che lo pilotava.

La creazione dell'elicottero moderno è però merito del russo Igor Sikorsky, che aveva già tentato, in patria, di costruirne un esemplare nel 1910. Emigrato in

America, incominciò a fabbricare tali velivoli nel 1939 e questi superarono i records del Focke-Achgelis.

Alcuni elicotteri, ancora primitivi, furono impiegati dall'Esercito americano nel 1944-45, ma in misura molto ridotta. I principali problemi tecnici riscontrati riguardarono la progettazione e la costruzione delle pale e l'affidabilità delle trasmissioni, oltre a neutralizzare la forza di coppia, ossia la tendenza dell'elicottero a ruotare nella direzione opposta a quella delle pale. Le soluzioni a quest'ultimo problema sono state diverse; la soluzione anticoppia più comune è stata quella di Sikorsky: il rotore di coda. Si tratta di un'altra serie di pale di ridotte dimensioni, montate alla fine di una trave di coda, in posizione perpendicolare a quella del rotore principale. Collegato al motore con un albero di trasmissione, il rotore di coda riesce a produrre una forza capace di bilanciare quella di coppia delle pale principali. Un'altra soluzione è stata quella di montare due rotori di pari dimensioni rotanti in senso opposto, come è stato fatto, per esempio, sul CH-47 "Chinook". Per far fronte ai diversi compiti ad essi affidati, gli elicotteri si sono specializzati; sono così apparsi quelli da impiego generale (guerra antisom, ambulanza, ricognizione, attacco leggero, operazioni speciali)quelli da trasporto medio, quelli da trasporto pesante e quelli da attacco; questi ultimi sono armati con missili anticarro, mitragliatrici pesanti e cannoni "*Vulcan*". Il "Vulcan" è un cannone automatico da 20 mm., prodotto dalla General Electric, largamente utilizzato dalle forze armate degli Stati Uniti e di diversi altri paesi come arma montata a bordo di elicotteri, aerei, mezzi terrestri e unità navali. Realizzato negli anni '50 è stato il primo dei cannoni moderni a utilizzare il sistema a canne rotanti, o "Gatling", (della precedentemente descritta mitragliatrice del XIX secolo), nel quale sei canne montate rigidamente attorno ad un'asse comune, vengono alimentate singolarmente da una sola linea di culatta, consentendo così di raggiungere un'elevatissima cadenza di tiro senza surriscaldamento; azionato da un motore elettrico da 35HP, il "Vulcan"ha due cadenze di fuoco selezionabili: 6000 colpi al minuto per il combattimento aereo e 4000 colpi per l'attacco al suolo.

Il periodo postbellico è tuttavia divenuto l'era del *razzo (o missile)*, iniziata con i razzi controcarro della Seconda Guerra Mondiale, che hanno aumentato la capacità della fanteria di resistere ai sistemi d'arma mobili. Queste armi sono missili di piccole dimensioni, progettati per attaccare i carri armati o altri veicoli corazzati e lanciati da armi di fanteria, veicoli leggeri, mezzi corazzati o elicotteri; vengono, di norma, indicati con la sigla ATGM (Anti-Tank-Guided-Missile: missile anticarro guidato). Sono composti da un piccolo motore a razzo a combustibile solido, una testa a carica cava (HEAT), piccole ali e superfici di controllo aerodinamiche, un sistema di guida e una rotaia o tubo di lancio. I sovietici hanno mantenuto per lungo tempo i tubi lanciagranate-razzo copiati e perfezionati da quelli tedeschi e denominati RPG (Reaktivnyy Protivotankovyy Granatomet: lanciatore per granate anticarro razzo-propulse). La maggior parte dei missili anticarro è del tipo filoguidato: il primo fu francese negli anni '50, guidato manualmente con una levetta (come negli aerei radiocomandati) che l'operatore azionava e dirigeva il missile mediante due fili sottili ad esso collegati; la sua guida richiedeva molta abilità ed un intenso addestramento. Gli attuali hanno un sistema di guida semiautomatico il cui funzionamento è il se

guente: una volta che l'operatore ha inquadrato il bersaglio nel congegno di puntamento, aziona il dispositivo di lancio; il missile, appena uscito dal tubo, dispiega quattro ali e quattro alette posteriori di controllo; gli impulsi di guida sono trasmessi da un sensore ottico a raggi infrarossi inserito nel dispositivo di visione che misura costantemente la posizione di un segnale luminoso emesso da una sorgente installata nella parte posteriore del missile in relazione alla linea di mira e che trasmette il valore dello scarto angolare sottoforma di comando elettrico al calcolatore della scatola di telecomando; qui il segnale è trasformato in ordini di guida che vengono inviati all'arma mediante due sottili cavi: il lanciatore deve solo mantenere il reticolo di mira fisso sul bersaglio. Il modello più diffuso in occidente (e che trovava il suo equivalente nell'AT-3 "Sagger" sovietico) è l'americano TOW (Tube-launched, Optically-tracked, Wire-guided: lanciato da tubo a rilevamento ottico, filo guidato): una volta inquadrato il bersaglio, l'operatore preme il grilletto attivando un generatore di gas che lancia il missile fuori dal tubo di lancio; a distanza di sicurezza si accende il motore principale che lo porta ad una gittata massima di 3000 metri. Altri due missili anticarro molto diffusi sono il MILAN e l'HOT, prodotti dal consorzio franco-tedesco Euromissile. Il MILAN ha, all'incirca, le stesse caratteristiche del TOW, ma il mirino ottico è periscopico e consente così all'operatore di sparare in posizione prona, riducendo la sua esposizione. L'HOT è propulso da un motore a doppio impulso che fornisce sia la spinta iniziale sia il mantenimento della velocità in volo; questo ha eliminato uno dei punti deboli del TOW, cioè la vampa posteriore al lancio che ne impedisce l'uso da spazi chiusi e ne rivela la posizione. Il missile americano AGM-114"Hellfire" si differenzia dalla maggior parte dei suoi simili per avere un sistema di guida laser semiattiva e non filoguidato: è dotato di un sensore laser nell'ogiva che capta e si dirige sulle radiazioni riflesse da un bersaglio inquadrato da un designatore laser. Per guidare il missile è possibile ricorrere a due modi diversi: aggancio del bersaglio prima del lancio, quando questo è in linea di mira; aggancio del bersaglio dopo il lancio, quando il missile è a metà circa della sua traiettoria; in questo caso un autopilota stabilizza il volo dell'arma fino a quando non avviene l'acquisizione; quest'ultimo sistema consente di lanciare il missile da posizioni riparate su bersaglio non in vista, che viene illuminato da un altro operatore.[1]

È opportuno soffermarci brevemente sui diversi congegni di mira suaccennati. Gli apparati a *raggi infrarossi* si basano sulla porzione dello spettro elettromagnetico compresa nella lunghezza d'onda fra 0,8 e 15 micron. Le radiazioni all'infrarosso vengono emesse da tutti gli oggetti che si trovino a temperatura diversa dallo zero assoluto (-273°C); più la temperatura dell'oggetto è alta, maggiore è la quantità di energia emessa da tutti gli oggetti che irradiano tale energia su un certo numero di frequenze e, in generale, maggiore è la temperatura del corpo più corta è la lunghezza d'onda dell'emissione infrarossa. Il principio di funzionamento dei sensori all'infrarosso si basa sulla focalizzazione della ra-

[1] Alcune delle caratteristiche e delle prestazioni delle armi e delle apparecchiature succitate (come di altre che seguiranno) sono tratte da: E. Luttwak-S. L. Koel: "La guerra moderna" Rizzoli, Milano, 1992

diazione infrarossa su di un rilevatore fotoelettrico a piano focale sintonizzato su di una specifica lunghezza d'onda. Il sensore più semplice è del tipo al solfuro di piombo che, sebbene non sia molto sensibile, risulta di facile produzione. I sistemi più avanzati ricorrono a sensori raffreddati criogenicamente al fine di eliminare il "rumore" generato dal calore (dovuto all'agitazione molecolare) delle proprie ottiche e delle componenti elettroniche. Gli apparati ad infrarosso possono essere impiegati nei settori della sorveglianza, acquisizione obiettivi, tracciamento di bersagli e sistemi di guida delle armi.

Il *LASER* è la sigla della frase inglese "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (amplificazione della luce per mezzo dell'emissione stimolata di radiazioni). Il dispositivo – inventato nel 1958 da C. H. Townes della Columbia University-emette fasci intensi ed estremamente collimati di radiazioni elettromagnetiche coerenti (sincronizzate in fase) nello spettro visibile o nell'infrarosso. Il principio di funzionamento si basa sull'eccitazione di un'onda elettromagnetica stazionaria all'interno di una cavità cilindrica limitata da due specchi, uno dei quali parzialmente riflettente, e riempita di un mezzo omogeneo (gas, vetro, solido) nella quale deve potersi dar luogo ad un anomalo riempimento di stati microscopici con energia maggiore di quelle allo stato fondamentale. Questo permette che, nell'interazione tra il mezzo materiale e la radiazione, prevalga l'emissione stimolata dagli strati ad energia elevata rispetto all'emissione spontanea, con il conseguente effetto di amplificazione della radiazione emessa coerentemente in un'unica direzione dagli stati microscopici e parzialmente liberata dalla cavità attraverso lo specchio semiriflettente.[2] L'impiego militare più comune del laser è quello relativo ai telemetri ed alla designazione dei bersagli. I telemetri laser risultano utili e molto precisi; gli apparati misurano la distanza in base al tempo impiegato da un impulso laser a raggiungere il bersaglio e, riflesso, a ritornare al telemetro. I designatori laser servono per illuminare gli obiettivi per missili e proietti dotati di sistemi di guida laser semiattiva; i diodi laser vengono impiegati in moderne spolette di prossimità, installate nei missili aria-aria ed anche nelle comunicazioni a fibre ottiche. Il "laser di potenza"potrebbe essere in grado di perforare la corazza di un carro armato a distanza di qualche centinaio di metri con il suo concentratissimo raggio ad alta temperatura, e diretto contro un aeroplano potrebbe facilmente metterlo fuori combattimento. Il laser è derivato dal MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation: amplificazione in microonde per mezzo di emissione stimolata di radiazioni) – inventato sempre da C. H. Townes nel 1954 – che sfrutta il principio delle microonde anziché quello delle radiazioni visibili.

Un'altra apparecchiatura apparsa sul campo di battaglia è l'*intensificatore d'immagine*, per la visione notturna, che amplifica la luce visibile fino a 100.000 volte, per poter ottenere un'immagine quasi diurna anche nelle notti più scure. La scarsa luce riflessa dagli oggetti viene raccolta per mezzo di lenti e focalizzata su un fotocatodo che a sua volta, quando viene colpito, rilascia degli elettroni; questi vengono accelerati da un campo elettrico, così da aumentarne l'energia e indirizzati su uno schermo al fosforo per generare immagini brillanti.

---

[2] da "Enciclopedia Treccani"

Questi dispositivi, per la loro leggerezza e la bassa quantità di energia elettrica richiesta per il funzionamento, vengono spesso impiegati quali sistemi di mira per fucili o per armi con puntamento a vista, per sistemi di sorveglianza sul campo di battaglia, oppure per occhiali da visione notturna.

Ritornando ai missili anticarro, essi hanno aggiunto una nuova dimensione al combattimento contro i veicoli corazzati; essi sono relativamente economici, di elevata precisione di tiro e in grado di perforare qualsiasi corazza esistente e possono venir impiegati da un solo uomo o montati indifferentemente su di un autoveicolo leggero, un mezzo blindato od un elicottero.

Oltre agli anticarro, di larga diffusione, e strategici (dei quali ci occuperemo più avanti) i missili possono essere suddivisi in cinque categorie operative: superficie-superficie (SSM: Surface to Surface Missiles); superficie-aria (SAM: Surface to Air Missiles); aria-superficie (ASM: Air to Surface Missiles); aria-aria (AAM: Air to Air Missiles); anti-nave (ASM: Anti Ship Missiles).

- Gli SSM superficie-superficie hanno enormemente aumentato la potenza di fuoco delle truppe terrestri; sono considerati una forma più efficiente dell'artiglieria convenzionale a lunga gittata, hanno una testata di esplosivo convenzionale – di norma 500 kg. ma sono in grado di trasportarne anche una nucleare di 10 KT, con un rischio di radiazioni inferiore; sfruttano sopratutto sistemi di guida terminale attivi o passivi. I più noti sono gli americani "Lance" e gli ex-sovietici "Scud".
- I SAM, superficie-aria, sono armi antiaeree basate a terra o su unità navali. Nel primo caso sono fissi (in genere per la difesa antimissile o a largo raggio), a guida radar, mobili su impianti trainati o semoventi (sistemi d'arma antiaerei a medio e breve raggio) e portatili, sparabili a spalla da un uomo solo, come avviene per i missili anticarro; questi ultimi hanno fornito alla fanteria una considerevole protezione dagli attacchi aerei a bassa quota; la loro quota massima di intervento si aggira intorno ai 3000 metri ed hanno un raggio d'azione intorno agli 8 chilometri. I sistemi di guida dei due ultimi tipi sono a infrarossi passivi o a fasci di onde radio.
- Gli ASM, aria-superficie, già impiegati sul finire della Seconda Guerra Mondiale, ebbero un forte sviluppo negli anni '50 e in seguito. Sono armi tattiche a corto raggio, destinate a colpire bersagli quali carri armati, autocarri, reparti in movimento, ma anche obiettivi che possono essere più facilmente e duramente colpiti da esse che non da tonnellate di bombe convenzionali a caduta libera. I loro tipi di guida sono elettro-ottica immagine termica o radar. Di questa categoria fanno parte anche gli ARM (Anti-Radiation-Missiles) dotati di ricevitori che li guidano sulle fonti di emissioni radar o radio. Sempre a questa categoria appartengono i missili medi da crociera ALCM (Air-Launched-Cruise-Missiles) azionati da un turbogetto e caratterizzati da una portanza dinamica assicurata dalle ali e dalla fusoliera e non soltanto dall'apparato propulsivo.

Sono dotati di un sistema di guida altamente sofisticato TAINS (Tercom-Assisted-Inerzial-Navigation-System: sistema di navigazione inerziale con assistenza Tercom), il cui principio è quello della navigazione inerziale intervallata da successive fasi di calcolo della posizione e correzione di rotta per mezzo del TERCOM (Terrain-Contour-Matching: confronto del profilo del terreno). Il TERCOM è costituito da una serie di matrici preprogrammate e inserite nel computer di

bordo sotto forma di profili paralleli (detti "striscie") delle variazioni altimetriche del terreno sorvolato: a mano a mano che il missile procede nella sua traiettoria, entrano in funzione le varie matrici (la memoria può contenerne fino a un massimo di venti), il missile ricava, per mezzo del suo radar altimetrico, il profilo del terreno sorvolato, lo confronta con quelli inseriti in memoria, stabilisce su quale"striscia" si trova e apporta le necessarie correzioni di rotta; in più, esso valuta automaticamente l'errore iniziale di cui è responsabile la piattaforma inerziale e ne tiene conto nel proseguimento della navigazione. In linea teorica, il sistema TAINS assicura una straordinaria precisione, dell'ordine di qualche decina di metri e il margine di errore massimo, dopo un volo di oltre 2000 chilometri, è stimato di appena 200 metri.

- Gli AAM, aria-aria, furono sviluppati dai tedeschi alla fine della Seconda Guerra mondiale con sistemi di guida filo guidati o radioguidati direttamente dall'aereo lanciatore. Negli anni '50 i progressi della tecnologia aeronautica e missilistica hanno consentito di mettere a punto sistemi di guida più avanzati, con i quali questi missili sono stati in grado di dirigersi da soli verso il loro bersaglio e ancor oggi ampiamente usati: il SARH (Semi-Active-Radar-Homing: guida radar semiattiva) e l'Ir (Infrared: infrarossi). Il sistema SARH prevede che l'aereo lanciatore disponga di un radar capace di inquadrare il velivolo avversario che viene così "illuminato" dal fascio di onde emesse dal radar stesso, proprio come se cadesse entro il raggio di luce di un proiettore. Una volta illuminato il bersaglio, viene lanciato il missile, il cui ricevitore radar, situato nell'ogiva e sintonizzato sugli impulsi radar emessi dall'aereo lanciatore, raccoglie i segnali dispersi o riflessi dall'obiettivo, che viene così seguito come un'ombra. Indipendentemente dalle manovre evasive messe in atto dall'aereo nemico, il missile è sempre in grado di correggere la sua rotta con opportune contromanovre finché colpisce direttamente il bersaglio oppure, se gli passa vicino, la sua carica viene fatta esplodere da una spoletta di prossimità. Il Sistema Ir sfrutta la caratteristica delle radiazioni infrarosse di avere una lunghezza d'onda notevolmente più corta rispetto all'impulso radar. Ciò significa che la testa cercante del missile aria-aria con guida Ir può essere più piccola di quella di un missile con guida semiattiva. Inoltre, con questo sistema non occorre che il bersaglio venga illuminato dal momento che genera esso stesso radiazioni infrarosse. La sorgente di infrarosso è la parte terminale del rotore della turbina del motore a reazione e gli ugelli di scarico. Inizialmente, il missile poteva essere sparato soltanto quando l'aereo lanciatore si trovava in coda al bersaglio, ma ora i missili all'infrarosso dispongono di sistemi di ricerca estremamente sensibili che non solo riescono ad inquadrare il bersaglio a grande distanza e da qualsiasi angolazione (anche frontalmente) ma offrono garanzie di successo anche in caso di maltempo. I missili ad elevate prestazioni, come ad esempio i "Phoenix"americani o gli "Exocet" francesi, sono in grado di colpire un obiettivo distante più di 150 km. ed hanno una velocità dell'ordine di Mach4 (ossia quattro volte la velocità del suono).

- Gli ASM, anti-nave, sono in grado di viaggiare a pelo d'acqua – per questo sono anche chiamati "sea-skinner" (letteralmente "sfioratori del mare") – e perciò molto difficili da individuare e abbattere. Possono essere lanciati da unità navali, da velivoli, da postazioni costiere e da sottomarini in immersione; possono essere armati con testate esplosive ad alto potenziale o nucleari tattiche e, a se-

conda del loro raggio d'azione e della loro sofisticazione, sono controllati da un operatore o da una combinazione di guida inerziale con guida radar attiva o infrarossa passiva. I missili antisom, lanciati abitualmente da unità di superficie o subacquee, attaccano il bersaglio sia con un siluro (contenuto nel vettore) a testata autocercante, sia con una testata nucleare tattica.
Il loro vantaggio principale è la velocità più elevata rispetto ai siluri (lanciati da tubi) o rispetto alle cariche di profondità lanciate da velivoli o navi, che consente di ridurre i tempi morti fra la scoperta e l'attacco, durante i quali il bersaglio può sfuggire. La maggior parte dei missili antisom è radiocomandata.

I *veicoli corazzati*, ed in particolare i carri armati, sono rimasti fra gli elementi principali della battaglia terrestre. Tuttavia i progettisti degli stati industrializzati si sono orientati su un solo tipo di carro che combinasse la potenza di fuoco di quelli pesanti con la mobilità di quelli medi e che potesse fronteggiare ogni possibile situazione di combattimento. Questo carro è stato definito "carro da battaglia" (MBT: Main Battle Tank). Per la sua realizzazione sono state ricercate diverse soluzioni al problema di combinare gli elementi di potenza di fuoco, mobilità e corazzatura entro limiti accettabili di peso e di costo. I francesi e i tedeschi hanno dato maggior importanza alla mobilità; i britannici si sono orientati verso maggior protezione e maggior armamento e i loro carri risultano sottopotenziati e di mediocre mobilità; i carri americani rappresentano il classico esempio di equilibrio fra protezione mobilità e potenza di fuoco: sono dotati di un sistema cannone/missile e l'ultimo tipo (M-1 "Abrams") con un cannone da 105mm. dispone di un congegno di puntamento "laser-computer" che consente di colpire, in movimento, un bersaglio di un metro e mezzo alla distanza di un miglio, inoltre è dotato di un'apparecchiatura a raggi infrarossi per visione notturna del comandante, pilota e cannoniere. Queste apparecchiature si stanno diffondendo anche fra i carri delle maggiori nazioni. I carri da battaglia sovietici si sono dimostrati molto mobili, pesantemente armati ma con una protezione di poco spessore, compensata da un profilo generale del mezzo molto basso.

Oltre ai perfezionamenti tecnologici riguardanti i sistemi di puntamento, di comunicazione, le sospensioni e le sagomature balistiche, il vero salto di qualità si è verificato nelle corazzature. La *corazzatura spaziata* è un tipo di protezione costituito da due piastre d'acciaio separate fra loro, il cui spazio intermedio può essere vuoto oppure riempito con materiale non metallico; la piastra esterna serve per far esplodere le cariche cave dei proietti HEAT prima che queste vengano a contatto con la piastra principale. La *corazzatura reattiva* è costituita da contenitori metallici riempiti di esplosivo a bassa sensibilità sistemato fra due sottili piastre di acciaio e imbullonate: ai veicoli corazzati e blindati per ridurre la loro vulnerabilità nei confronti dei proietti a carica cava prima che questa venga a contatto con la corazzatura principale. La *corazzatura Chobam* – sviluppata nei laboratori britannici di Chobam è composta da materiale composito. Benchè l'esatta composizione del materiale sia stata mantenuta segreta, fonti attendibili affermano che i blocchi di Chobam sono formati da strati sovrapposti di piastre d'acciaio, ceramica e titanio, tutti ridotti in lamine e alternati a strati di "Kevlar" (fibra sintetica con carico di rottura alla trazione superiore all'acciaio e mischiata a resine epossidiche) o nylon, per poter resistere a proietti

sia ad energia cinetica sia a quelli ad energia chimica. La stratificazione alternata dei vari materiali serve a disperdere l'impatto del proietto ad energia cinetica sull'intera superficie della piastra e dissipandone perciò l'effetto, mentre gli strati di ceramica e titanio servono ad assorbire l'energia chimica dei proietti a carica cava. È stato valutato che una protezione del tipo Chobam è in grado di offrire una resistenza almeno doppia rispetto ad una corazza di acciaio omogeneo di pari spessore contro proietti ad energia cinetica, mentre l'effetto è ancora maggiore contro quelli a carica cava.

I *veicoli corazzati trasporto truppa*, cingolati o ruotati, che sono gli eredi dei veicoli semicingolati della Seconda Guerra Mondiale, vengono impiegati per il trasporto della fanteria e per la sua protezione dalle schegge delle granate d'artiglieria e dalle armi di piccolo calibro. Il più diffuso è stato per decenni l'M113, cingolato, completamente chiuso, con un portello superiore e portellone posteriore, in grado di trasportare, oltre al pilota, undici fucilieri, ormai scomparso e sostituito dai VTT, più moderni. Simili ai VTT sono i VCC (veicoli corazzati da combattimento) – cingolati o ruotati – dotati di feritoie, di torretta armata solitamente con un cannone automatico di piccolo-medio calibro (20-45 mm) o con missili, con il compito di appoggiare la squadra di fanteria.

Missili e portaerei hanno operato una profonda modifica nella condotta di *guerra aeronavale*. La prospettiva di combattere a grandi distanze con aerei e missili ha condotto ad un graduale decadimento del cannone come principale armamento delle navi e della corazza necessaria a fornire protezione contro l'artiglieria. Le navi da battaglia sono state considerate superflue e messe in pensione, anche se alcune di esse hanno fatto un parziale ritorno. Le navi più piccole restanti si sono specializzate in ruoli antiaerei e antisommergibili, vitali al fine di proteggere le portaerei. A bordo di queste navi da guerra, i missili guidati hanno, per la maggior parte, rimpiazzato i cannoni benchè, negli ultimi anni, vi sia stata una tendenza a reintrodurre in servizio navi dotate di cannoni molto più perfezionati a guida radar. Qualunque sia il loro armamento primario, tutte sono dotate di sofisticati equipaggiamenti elettronici, necessari a guidare le loro armi e a individuare il nemico, aereo o sommergibile che sia. Per la *difesa antiaerea*, oltre agli ormai diffusi radars, le navi più moderne dispongono di un complesso di avanzatissimi radars e computers. Il radar più evoluto è quello "a scansione di fase" PAR (Phased Array Radar) che ha un'antenna stazionaria (anziché rotante) composta da molte antenne di ricezione/trasmissione; un computer controlla la fasatura di trasmissione per ogni singola antenna e, di conseguenza, la formazione di fasci che possono essere scanditi elettronicamente senza la necessità di far ruotare l'antenna. I gruppi di antenne possono essere fasati in trasmissione e in ricezione in modo separato, creando di conseguenza fasci multipli; nei modelli più sofisticati le antenne possono impiegare numerose forme d'onda differenti in modo da poter svolgere diverse funzioni (ricerca, tracciamento, discriminazione ed altre ancora) consentendo al radar di operare contemporaneamente in diversi modi. Una volta individuato il bersaglio, o i bersagli, interviene il sistema navale di distribuzione dati NTDS (Naval Tactical Data System) dotato di calcolatori e schermi di presentazione, che può dirigere le armi di tutte le navi facenti parte del gruppo da battaglia. Per la *difesa antisommergibile*, le bombe di profondità, usate nella Seconda

Guerra Mondiale, sono state gradualmente abbandonate date le scarse probabilità di successo: infatti, i moderni sottomarini, potendo immergersi a maggiori profondità in tempi più rapidi, sono virtualmente immuni da queste armi. Le bombe di profondità nucleari risultano efficaci in un raggio di centinaia di metri (rispetto ai pochi metri di quelle convenzionali) ma la loro esplosione metterebbe fuori uso per considerevoli periodi di tempo tutti i sonars delle unità presenti in zona.

La principale arma antisom è oggi il siluro autocercante a guida acustica, sia nella versione leggera a breve raggio, sia in quella pesante a lungo raggio. I siluri pesanti sono imbarcati sopratutto sui sommergibili, mentre quelli leggeri possono essere lanciati da navi, elicotteri, aeroplani o vettori missilistici nelle immediate vicinanze del bersaglio. Per aumentare il raggio d'azione dei siluri leggeri, questi sono stati inseriti in missili "standoff" di dimensioni tali da poterli contenere e dai quali possono essere lanciati da notevoli distanze. Su di un notevole numero di navi da guerra sono imbarcati speciali elicotteri denominati LAMPS (Light Airborne Multi Purpose System: sistema aviotrasportato leggero multiuso) che consentono la localizzazione di sommergibili ad una distanza notevolmente maggiore di quella possibile con il sonar. Un'altra arma anti sommergibile che non richiede la presenza di navi di superficie o di velivoli è il CAPTOR (enCAPsulated TORpedo: siluro incapsulato), sistema antisom subacqueo composto da una capsula contenente un sonar passivo, un sistema di controllo programmato per il rilevamento dei sottomarini e un siluro leggero antisom: lanciato da una nave o da un aereo, s'immerge nell'acqua e giace sul fondo: quando il sonar scopre un bersaglio, il sistema di controllo ne determina la distanza e se il sottomarino si trova entro il raggio d'azione dell'arma, viene lanciato il siluro autocercante.

Qualunque sia il loro armamento primario, le navi da guerra, fregate, cacciatorpediniere e incrociatori, stanno costantemente divenendo sempre più grandi. Alcune marine minori contano su battelli lanciamissili per il combattimento, sia sul mare sia mare-terra: gli "aliscafi", mezzi navali di dimensioni ridotte, di forma convenzionale, dotati di speciali alettoni subacquei che permettono, a partire da una certa velocità, di far emergere completamente lo scafo e quindi eliminare l'attrito dello stesso con la superficie del mare; la propulsione è fornita da un motore a getto d'acqua – o idrogetto. La prima a costruire aliscafi per l'impiego bellico è stata la Marina italiana con lo "Sparviero", unità da 60 tonnellate, con una velocità di 50 nodi, dotata, oltre a due lanciamissili e un cannone da 76 mm. , delle più avanzate apparecchiature elettroniche per la condotta della navigazione, il controllo del tiro e per la guerra elettronica. Un altro mezzo è l'"aeroscivolante" o "hovercraft" (hover: star sospeso, craft: battello) che viene sollevato mediante un cuscino d'aria: quest'ultima viene aspirata nella parte superiore dello scafo e pompata sotto, per trattenerla sotto il mezzo sono usate appendici flessibili (shirt: gonne); il vantaggio è la riduzione quasi a zero dell'attrito e la possibilità di spostamento indifferentemente sulla terra e sull'acqua; la propulsione è assicurata da un'elica d'aeroplano.

Nonostante questi ed altri sviluppi, i fondamenti della guerra di superficie sono rimasti i medesimi. Infatti, la "task force", incentrata sulla *portaerei*, è rimasta praticamente la stessa. Sulle portaerei maggiori il ponte di volo compren-

de piste assiali e angolate verso sinistra; il gruppo di volo è costituito da velivoli di varie specialità caccia-bombardieri, intercettori, guida elettronica, elicotteri – il cui numero può arrivare fino alle cento unità. Oltre alle portaerei convenzionali, esistono oggi anche portaerei leggere, che alcune nazioni definiscono *incrociatori* portaeromobili, dalle quali operano velivoli V/STOL ed elicotteri. I V/STOL (Vertical/Short Takeoff and Landing: decollo ed atterraggio verticale corto) – ad esempio gli "Harrier" – hanno la caratteristica di avere un singolo turbogetto dotato di quattro ugelli di scarico mobili per indirizzare la spinta in senso sia orizzontale sia verticale.

Anche nei sommergibili lo sviluppo è stato evolutivo piuttosto che rivoluzionario. Grazie, in parte, all'introduzione della propulsione nucleare (il primo sottomarino nucleare è stato l'americano "Nautilus"), anche se in molti casi è ancora presente un piccolo motore diesel, chiamato "takehome", utilizzato per manovre in condizioni d'emergenza o di avaria alla propulsione nucleare, l'autonomia dei sommergibili – divenuti "*sottomarini* – d'attacco, la loro capacità di rimanere immersi a tempo illimitato (mediante il ricircolo dell'aria depurata da filtri di biossido di carbonio) e le profondità che possono raggiungere sono notevolmente aumentate. Probabilmente, ancora più importante, le velocità alle quali i sottomarini navigano in immersione (fino ad oltre 33 nodi), che pareggiano o superano quelle dei più grandi vascelli di superficie. Queste velocità sono state raggiunte mediante l'adozione dello scafo a forma di "goccia", radialmente simmetrico e stabile a tutte le velocità; inoltre, la forma a goccia ha un volume interno superiore a quello dei sottomarini di pari lunghezza con scafo a forma di sigaro che consente una sistemazione interna su più ponti e riduce al minimo la resistenza in immersione. Oltre ai classici siluri auto o filo guidati e con spoletta di prossimità, i sottomarini sono dotati di missili antinave lanciabili in immersione e, per la lotta antisom, di missili "SUBROC" (submarine rocket) a due stadi con combustibile solido. La possibilità di lanciare, da elevate profondità, missili a due stadi con combustibile solido, con gittata di migliaia di chilometri, dotati di testata nucleare, ha reso possibile impiegare strategicamente il sottomarino come elemento di deterrenza. Soltanto un'elevatissima tecnologia può far sperare al nemico di localizzare il sottomarino lanciamissili, senza la certezza che, una volta individuato, esso possa esser colpito dai più moderni siluri o missili antisom.

Anche i due periscopi (di ricerca e di attacco) sono stati notevolmente perfezionati sfruttando le più avanzate tecnologie: nel periscopio – denominato "albero optronico" – oltre ai dispositivi ottici tradizionali, si trovano anche un sensore infrarosso per la visione notturna, una telecamera ad alta risoluzione e un sistema ESM (Electronic Support Measures: misure elettroniche di supporto) per la sorveglianza elettronica passiva. Un altro importante aspetto dell'albero optronico moderno è l'impiego delle fibre ottiche, grazie alle quali non c'è più bisogno che l'albero penetri dentro lo scafo resistente del sommergibile, migliorando così le prestazioni dei sensori, permettendo di disporre di più spazio, di migliorare la sistemazione della centrale operativa di bordo. Ma lo strumento di ricerca principale è l'apparecchiatura sonar in un sistema integrato che comprende un grosso sonar di prua passivo a bassa frequenza, un sonar attivo d'attacco, un sonar conforme sulle fiancate e un sonar passivo a sensore rimorchia-

to (per localizzare, stimare la distanza e classificare le emissioni radar nemiche); con questo sistema i sottomarini possono scoprire bersagli a distanze superiori ai 100 km., a seconda delle condizioni dell'acqua. Le *comunicazioni* con le unità in navigazione a grandi profondità vengono effettuate mediante radio a bassa o bassissima frequenza per messaggi molto brevi o precodificati. Le prime hanno bisogno di un'antenna o di una boa-antenna rimorchiate, le seconde di un'antenna lineare rimorchiata molto lunga.

Considerati gli sviluppi del sottomarino, è presumibile che questo prenderà il posto della portaerei come nave principale del futuro.

Nella *guerra aerea*, benchè sia il motore a reazione sia l'elicottero fossero già entrati in servizio nel 1944, gli sviluppi tecnologici hanno reso le velocità in aria maggiori di quelle sulla terra e sul mare. La comparsa dei motori a reazione ha enormemente aumentato la velocità degli aerei da combattimento, la loro autonomia (anche mediante il rifornimento in volo), la loro resistenza ed altre capacità, tutte ora molto maggiori di qualunque aereo della Seconda Guerra Mondiale.

Uno dei primi successi della tecnologia aviatoria è stato il raggiungimento – e il superamento – della barriera del suono (1000 km/h circa, che varia a seconda della temperatura dell'aria: poco più di 1000 km/h a 10.000 metri e circa 1225 km/h a livello del mare, in condizioni normali di temperatura)

Precedentemente, alcuni piloti, nel tentativo di vincere la resistenza dell'aria, avevano fatto preoccupanti esperienze: la barra di comando sembrava impazzita, la velocità subiva variazioni improvvise, tutto l'aeroplano era scosso da violenti sobbalzi. Nel settembre 1946, Geoffrey de Havilland, figlio del costruttore britannico, rimase ucciso per l'esplosione in volo di un aereo sperimentale. L'anno successivo, l'aerorazzo americano Bell X-l, pilotato dal collaudatore C. E. Yeager e sganciato da un aereo-madre B-29, raggiunse la velocità di Mach 1,06. Nel settembre 1948, il maggiore R. L. Johnson, su un aviogetto F85A"Sabre", con carico ed installazioni belliche normali, raggiunse Mach 1,07.

Il superamento della velocità del suono è caratterizzato dal "bang" sonico, prodotto dalle onde d'urto che si formano nella vicinanza del bordo d'attacco e del bordo d'uscita dell'ala quando un aeroplano supera appunto tale velocità.

I problemi aerodinamici e strutturali da superare per progettare un aeroplano capace di volare in orizzontale e per un tempo abbastanza lungo alla velocità del suono, furono enormi, ma superati con l'adozione dell'ala a delta o dritta ma molto sottile, con quella a geometria variabile e con l'aumento della potenza dei propulsori mediante il "post-bruciatore", un dispositivo che consentì di incrementare in misura considerevole la spinta fornita da un turboreattore iniettando petrolio nel getto dei gas di scarico posteriormente alla turbina che azionava il compressore, per innalzare la temperatura e quindi la velocità di eiezione. La tecnica della post-combustione, impiegata quasi esclusivamente su velivoli militari – e usata per periodi di tempo piuttosto brevi come, ad esempio, durante il decollo, in una salita di quota per scopi di intercettazione o per ottenere la massima velocità allo scopo di raggiungere un avversario o per sfuggirgli – ha compiuto notevoli progressi; e mentre ai suoi inizi il pilota poteva solamente inserire o disinserire il post-bruciatore, nelle realizzazioni recenti si è giunti ad una regolazione continua della post-

combustione, con la possibilità di un migliore sfruttamento delle prestazioni del propulsore.

Dopo il 1960, tuttavia, è stato riscontrato che le velocità dell'ordine di Mach 2 erano utili soltanto in un limitato arco di circostanze e potevano costituire uno svantaggio in altre. Di conseguenza gli sviluppi hanno cambiato direzione. Sono stati compiuti grandi sforzi per migliorare la manovrabilità degli aerei e per questo scopo è stato necessario sviluppare nuovi materiali sintetici ed affidare parte del compito dei piloti ai computers. L'"avionica" (cioè i sistemi elettronici di bordo per la navigazione, l'acquisizione dei bersagli, lo sgancio ed il controllo delle armi) ha compiuto enormi progressi. Come risultato, i più moderni aeroplani in servizio sono meglio descritti come complessi volanti costituiti da missili ed apparecchiature elettroniche.

Con la strumentazione disponibile, secondo i loro costruttori, sono capaci di identificare e distruggere qualunque cosa in movimento nell'aria o sulla terra, entro ed oltre il raggio visuale, singolarmente o in gruppo. In pratica, naturalmente, nessuna di queste capacità può essere sfruttata in tutte le condizioni, mentre altre sono sfruttabili soltanto in circostanze particolari. Particolare attenzione è stata riservata al perfezionamento delle contromisure elettroniche per la difesa degli aeroplani ECM: Electronic Countermeasure, sia attiva sia passiva, già messe in atto nella Seconda Guerra Mondiale. Le ECM attive, basate a terra o montate su aerei, sono quelle trasmissioni di energia elettromagnetica sulla lunghezza d'onda avversaria per disturbare o ingannare i sistemi nemici: il disturbo- a rumore- è ottenuto con la trasmissione di grandi quantità di energia a onda continua nelle frequenze in cui operano i sistemi del nemico in modo tale da confondere il segnale vero di ritorno con il rumore; l'inganno è ottenuto con apparecchiature più sofisticate, mediante la creazione di falsi bersagli o lo spostamento dell'inganno in distanza o direzione.

Le ECM passive sono costituite primariamente dai "chaff" (le vecchie "Window" della Seconda Guerra Mondiale) nuvolette di striscioline metalliche o di plastica metallizzata, tagliate con lunghezza pari alla metà delle lunghezza d'onda del radar da disturbare e destinate a creare una moltitudine di falsi echi, capaci di nascondere, al loro interno, il vero bersaglio. Le striscioline possono essere sganciate in piccoli contenitori dagli aerei o lanciate con razzi da terra o dalle navi. Un tipo di "chaff" particolare è stato sviluppato dall'ex-Unione Sovietica e costituito da goccioline di una sostanza riflettente nebulizzata in modo opportuno. Ultimamente sono stati realizzati speciali chaff "termici" che combinano l'effetto riflettente con quello del calore sviluppato da sostanze chimiche incendiarie per creare dei punti ad alta intensità calorifica.

Un altro tipo di contromisure elettroniche è quello basato sulla tecnologia "stealth" che riduce quasi completamente la superficie radar-riflettente (RCS: Radar Cross Section) di un aeroplano, mediante l'eliminazione delle superfici aerodinamiche verticali e l'adozione di materiali compositi e radar-assorbenti; l'onda elettromagnetica proveniente da un radar, penetrando nel materiale radar-assorbente, crea una serie di onde riflesse che sono in contrapposizione di fase con le onde in arrivo, ciò porta all'annullamento del campo elettromagnetico creato dall'emissione radar, la quale viene quasi interamente "catturata" dal materiale stesso.

Lo sviluppo e l'introduzione di sempre nuove tecnologie e l'evoluzione dei requisiti militari dalla fine della Seconda Guerra Mondiale ad oggi, hanno confermato che gli aerei pilotati siano sempre stati, e sono, una delle componenti più importanti in tutti i settori della guerra convenzionale moderna. Non ci è possibile elencare tutti i tipi di aereo che si sono susseguiti negli ultimi cinquant'anni; ci limiteremo pertanto ad illustrare le loro caratteristiche generali, suddividendole in due grandi categorie: gli aerei da combattimento e d'attacco.

Gli *aerei da combattimento* (caccia, intercettazione) sono quelli dotati di armi aria aria (missili, cannoncini automatici), radar e destinati ad affrontare i velivoli nemici. Gli *aerei d'attacco* (multiruolo) sono dotati di armamento di caduta e di lancio (bombe convenzionali, bombe guidate, missili aria-superficie, razzi, cannoncini automatici, mitragliatrici e radar che, senza escludere il combattimento aereo, sono impiegati per supporto aereo alle forze di terra e per interdizione, allo scopo di colpire obiettivi in profondità nelle retrovie avversarie e interrompere le comunicazioni. Fra questi ultimi il più recente è l'F-117A"Stealth" dell'USAAF, primo aereo "invisibile" costruito al mondo, dotato di bombe convenzionali a guida laser; le sue superfici esterne sono tutte ricoperte di materiale radar-assorbente; ha una forma a punta di freccia dalle linee molto angolate, una corta fusoliera e una piccola coda a farfalla; l'abitacolo del pilota, sulla punta della freccia, ha un tettuccio con numerosi montanti opachi e sottilissimi fili metallici nel vetro dei finestrini che gli danno una visibilità limitata ai lati e nessuna posteriore: per questo è dotato di un sistema di navigazione "fly-by-wire" nel quale il comando della barra è convertito in segnali elettrici da un computer di bordo che li invia agli attuatori e di un radar "doppler" che, misurando lo scostamento di frequenza di un fascio di onde diretto verso il suolo, può calcolare con precisione la velocità al suolo e indentificare punti di riferimento quali coste, fiumi, laghi, costruzioni. I motori, privi di postbruciatore, sono incassati nelle radici delle ali e profondamente nascosti: le prese d'aria sono dotate di deflettori radar-assorbenti per evitare la riflessione dei segnali radar da parte delle palette delle turbne e gli scarichi sono dotati di un sistema di soppressione del calore per ridurre al minimo le segnature infrarosse del velivolo.

Gli *aerei da ricognizione elettronica* SIGINT (SIGnal INTelligence) sono attrezzati per la scoperta, l'intercettazione, la localizzazione, la registrazione e l'analisi di radiazioni elettromagnetiche provenienti da apparecchiature elettroniche appartenenti a paesi nemici. Si distinguono esteriormente per le caratteristiche cupolette che sporgono dalla fusoliera e che coprono le antenne di speciali ricevitori installati all'interno del velivolo. Le attività delle apparecchiature si distinguono in COMINT (COMmunication INTelligence) per la sorveglianza del traffico radio e telefonico, ELINT (ELectronic INTelligence) per la sorveglianza delle emissioni radar, IRINT (InfraRed INTelligence) per quella delle emissioni nella regione dell'infrarosso e TELINT (TELemetry IN=Telligence) per i segnali di telemetria.

Gli aerei AWACS (Airborne Warning and Control System: sistema di allarme e controllo aviotrasportato) sono caratterizzati da un gigantesco disco rotante sul dorso del velivolo che, oltre all'antenna radar, contiene anche quella dell'IFF (Identification Friend or Foe: identificazione amico o nemico)svolgono

funzione di sorveglianza aerea e di comando e controllo mobile: sorveglianza dei bersagli aerei sulla terra e sul mare, individuazione e localizzazione di aerei nemici, controllo difensivo e guida degli aerei da combattimento, controllo e guida degli aerei da attacco, nonchè fornitura di un quadro della situazione aerea a lunga distanza ai comandanti del teatro operativo. Gli aerei di questo tipo sono gli americani Grumman E-2C"Hawkeye", biturboelica della Marina e il Boeing E-3A"Sentry" quadrigetto e gli ex-sovietici Il-75 "Manstay" e Tu-126"Moss".

Gli *aerei da bombardamento* (la cui storia nel dopo guerra verrà illustrata più avanti) sia medi, sia pesanti, sono stati sostituiti da quelli da attacco e dai missili a lungo raggio. Le uniche nazioni che hanno mantenuto un certo numero di bombardieri pesanti sono gli Stati Uniti e la Russia.

Gli Stati Uniti, oltre ad una ridotta aliquota di B-52"Stratofortress", hanno ancora in servizio il B-lB, quadrigetto strategico supersonico, divenuto operativo nel 1986, con le linee generali della fusoliera molto morbide al fine di ridurre al minimo la resistenza aerodinamica e la superficie radar-riflettente; le ali sono a geometria variabile e i quattro motori sono montati a coppia sotto ciascuna semiala interna, le prese d'aria sono rivestite di materiale radar-assorbente; può raggiungere una velocità massima di Mach 1, 25 a 11.000 metri e di crociera di Mach 0,92 a 150 metri, con un raggio d'azione di 12.000 km.. Ha una notevole dotazione di apparecchiature elettroniche: un sistema radar a impulsi "doppler" per seguire il profilo del terreno e, in base alle variazioni di quest'ultimo, impartire gli opportuni ordini all'autopilota per una navigazione automatica a pochi metri dal suolo; un sistema di navigazione inerziale in grado di essere aggiornato con il sistema di posizione globale a terra; una serie di apparati di comunicazione via satellite con il Comando nazionale; un elaboratore dei dati di volo e un altro per la navigazione e l'attacco; un sistema di contromisure elettroniche ECM. E' in grado di trasportare 38 missili SRAM (Short Range Attack Missile: missile d'attacco a corto raggio) o 24 bombe termonucleari a caduta libera o 40 tonnellate di bombe convenzionali. E' prevista l'entrata in servizio, nella seconda metà degli anni '90, del quadrigetto subsonico "invisibile" B-2, un'ala volante con le stesse caratteristiche e dotazioni elettroniche dell'F-117A e dotato di missili e bombe nucleari o convenzionali.

L'Unione Sovietica aveva realizzato, intorno al 1990, un bombardiere supersonico, il quadrigetto Tu-160"Blackjack", con caratteristiche similari al B-lB americano, ma inferiori per quanto riguarda l'avionica e la bassa rilevabilità radar.

Per gli indispensabili *servizi* e per il *supporto logistico*, le due superpotenze hanno sempre avuto a disposizione velivoli con particolari caratteristiche a seconda dei ruoli da svolgere. Fra le forze aeree statunitensi sono emersi il Boeing KC-135"Stratotanker, quadrireattore ricavato dall'aereo di linea Boeing 707, per il rifornimento in volo, con una capacità di trasporto di circa 120.000 litri di carburante; l'avionica comprende una vasta gamma di sistemi di navigazione e di comunicazione, fra i quali un radiolocalizzatore per facilitare gli appuntamenti in volo. Per l'aerorifornimento viene impiegato il sistema a sonda e galleggiante: il velivolo rifornitore, al momento opportuno, espelle e trascina un tubo flessibile o telescopico, terminante in un dispositivo di aggancio ed in

un galleggiante, mentre il ricevente è munito di un beccuccio attaccato ad una sonda, posto sul muso oppure sul bordo d'attacco dell'ala. Per stabilire il contatto, l'aereo ricevente deve infilare il beccuccio a sonda entro il galleggiante conico mentre vola ad una velocità dai due ai cinque nodi superiore a quella del velivolo rifornitore; il beccuccio apre automaticamente una valvola e fa aprire anche quella del sistema di aggancio, permettendo così il trasferimento del carburante tra i due aerei.

Con questo metodo è sufficiente che il pilota dell'apparecchio ricevente azioni l'apparato di rifornimento e si ponga nella giusta posizione rispetto al velivolo rifornitore, il quale viene mantenuto in volo a quota e direzione costanti. Una volta completato il rifornimento, il pilota del velivolo ricevente deve solamente diminuire leggermente la velocità e rallentare fino a che il tubo flessibile non abbia raggiunto il massimo di estensione; in quel momento il beccuccio a sonda si libera dal sistema d'aggancio.

La controparte sovietica del KC-135 è stata il Tupolev Tu-16.

Per l'aerotrasporto i velivoli statunitensi più noti sono: il Lockheed quadrigetto C-5A"Galaxy" che, con un'autonomia di 6000 km. , è in grado di trasportare 100 tonnellate di carico o due carri armati M-60 ad una velocità di 920 km/h; il quadrigetto Lockheed C-141"Starlifter", con la stesse caratteristiche del precedente ma con un'inferiore capacità di carico, predisposto per il trasporto di truppe o feriti; il quadrimotore turboelica da trasporto medio Lockheed C-130"Hercules". Le controparti sovietiche sono state l'Antonov An-22, quadrimotore turbolelica e l'Ilyushin Il-76 quadrireattore.

La *ricognizione tattica* è svolta da aerei da caccia in speciali versioni come gli RF-4 "Phantom" americani, equipaggiati con contenitori fotografici agganciati sotto la fusoliera. Per la ricognizione strategica ad alta quota sono stati elaborati speciali velivoli; il più noto è stato l'U-2, un turbogetto in grado di raggiungere i 25.000 metri di quota. Uno di questi aerei è stato abbattuto, nel 1962, mentre sorvolava l'Unione Sovietica; le macchine fotografiche, ad elevata risoluzione, erano alloggiate in un apposito scomparto ubicato dietro l'abitacolo del pilota.

La tecnica fotografica, nel dopo guerra, ha fatto grandi progressi. Uno dei più importanti tra questi è costituito dalla fotografia a raggi infrarossi: la luce infrarossa si comporta esattamente alla stessa maniera della luce visibile ed è in grado di impressionare una particolare pellicola fotografica, ma con alcune differenze. Una consiste nel fatto che la luce infrarossa penetra attraverso la foschia molto di più della luce visibile e ciò rende molto più chiare le fotografie scattate da alte quote. Un'altra è che la quantità di raggi infrarossi emessi da un qualsiasi oggetto varia con il variare della temperatura, ciò rende possibile, ad esempio, distinguere l'acqua calda da quella fredda (scarichi industriali nei fiumi) o verificare le condizioni del terreno poichè la quantità di calore del sole assorbita dalla vegetazione viva è differente da quella morta. Un altro strumento è il termografo esploratore di immagini, che utilizza un'apparecchiatura simile a quella di una cinepresa televisiva per registrare soltanto la luce infrarossa, trascurando del tutto la luce colorata visibile. La macchina fotografica a pellicole multiple offre l'opportunità di scattare nove fotogrammi simultanei della stessa scena: viene caricata con nove differenti pellicole abbinate a vari filtri di colore.

Vi è anche la possibilità di scattare fotografie per mezzo di un radar aviotrasportato orientato diagonalmente invece che verso il basso ed esso gode del vantaggio di poter funzionare anche nella nebbia o nell'oscurità più completa, anche se la qualità delle immagini non è particolarmente buona.[3]

[3] "Come funzionano gli aerei" – Ist. Geografico De Agostini, Novara, 1979 p. 899

Capitolo II

L'ARTE MILITARE E L'AUTOMAZIONE

Già durante la Seconda Guerra Mondiale, l'enorme varietà di sistemi d'arma, di equipaggiamenti e di altre apparecchiature belliche, con un numero immenso di parti di ricambio necessarie di diversi tipi di immagazzinamento, la necessità di addestrare, organizzare e provvedere ai bisogni di molte classi di personale specializzato, il solo capace di operare e mantenere efficienti tali equipaggiamenti, avevano reso sempre più sofisticate le forze armate dei grandi paesi in lotta. Dopo il 1945, il risultato della tendenza verso una sempre più avanzata tecnologia fu la straordinaria complessità della guerra moderna.

Le macchine calcolatrici costruite e impiegate durante l'ultima guerra avevano avuto degli svantaggi: un gran numero di componenti meccanici che significava una sproporzione fra dimensione e rendimento ed una velocità di calcolo relativamente bassa; inoltre, poiché non erano in grado di scegliere fra operazioni alternative, esse rappresentavano calcolatori di alto potenziale piuttosto che veri e propri computers. Questi problemi furono risolti eliminando gli ingranaggi e sostituendoli con circuiti elettronici, quantunque ancora grandi e rozzi, e inventando la programmazione delle funzioni.

Benché ormai lo sviluppo del computer digitale fosse essenzialmente completo, seguì un enorme numero di miglioramenti nei dettagli. Le macchine a transistors incominciarono a sostituire le precedenti attrezzate con valvole termoioniche; poi esse, a loro volta, furono sostituite con modelli dotati di circuiti integrati che diventarono sempre più piccoli di dimensione mentre il loro costo venne sempre più ridotto.

Il passaggio dai "transistors" ai "circuiti integrati" fu graduale: i transistors, pezzetti di silicio con impurità utili portate da "elementi droganti" venivano collegati fra loro e con altri elementi elettronici in modo da realizzare le funzioni circuitali richieste. Lo sviluppo dei circuiti integrati si ebbe quando i singoli elementi vennero collegati nel corpo del silicio stesso; i circuiti vennero poi riuniti in gruppi, a loro volta sistemati sopra una superficie di ridottissime dimensioni. La piastrina di silicio venne infine suddivisa in "chips", minuscole tessere di materiale che potevano avere un gran numero di componenti circuitali. All'inizio, il numero dei circuiti logici per ogni chip era di sei, oggi si è arrivati a centinaia di migliaia. Questa immensa quantità di funzioni raccolta in un minimo spazio fu preziosissima sia per i grandi calcolatori sia per i computers di ogni dimensione e per i microelaboratori o microprocessori.

I militari furono i primi ad occuparsi di computers per poter controllare ed amministrare le diverse branche delle forze armate date le loro dimensioni in confronto con le altre organizzazioni civili. Quando si preoccuparono di automatizzare le loro operazioni durante gli anni '50, i primi settori interessati furono l'amministrazione del personale e molti aspetti della logistica, quali le richie-

ste dei materiali e il controllo delle parti di ricambio.

Dagli aspetti amministrativi l'impatto dei computers si diffuse alle comunicazioni dove essi consentirono la sostituzione dei centralini manuali e meccanici con altri elettronici, completamente automatizzati, per telefoni, telescriventi ed altri mezzi di comunicazione. Dai primi anni '60 questi centralini divennero sufficientemente piccoli e affidabili per dare il via ad un sistema di comunicazioni interamente automatico.

Una volta divenuta disponibile la rete di comunicazioni elettronica, il logico passo successivo fu di usarla per collegare i computers impiegati nelle varie parti dell'intera organizzazione militare. Poiché, allora, i computers erano in grado di ricevere dati da fonti lontane centinaia ed anche migliaia di chilometri, fu facile predire il successivo successo. A partire dagli anni '60, i computers furono collegati direttamente via cavo o via etere, con una varietà di rilevatori elettronici, ottici e acustici, quali macchine fotografiche, telecamere, radar, rilevatori a raggi infrarossi e sonar. Lo scopo di questi rilevatori era di fornire informazioni aggiornate, raccolte da operazioni dell'avversario che, in pratica, potevano essere il controllo dei suoi sottomarini lanciamissili o lo stato della sua agricoltura. Rilevatori, in un'infinita varietà di tipi e dimensioni, furono collocati a terra, sul mare e nell'aria e, dal 1965, a bordo dei satelliti spia, sistemati a prua di missili lanciati nello spazio. Collegandoli coi computers, fu possibile ai dati in arrivo, di essere continuamente raccolti, automaticamente immagazzinati e tenuti sempre pronti per apparire sui monitor o essere stampati.

I computers, tuttavia, potevano fare di più di questo. Venne così affermandosi il concetto della programmazione, ossia di quelle istruzioni che si dovevano dare alla macchina perché lavorasse in un certo modo sull'informazione ricevuta, in vista del risultato che se ne aspettava, che poteva essere l'attivazione, in tempo reale, di un complesso di difesa antimissile o dei comandi di lancio e di guida di un siluro; venne così a distinguersi la macchina propriamente detta, chiamata anche "hardware" (ferramenta) da tutto il lavoro intellettuale che gli uomini dovevano compiere intorno ad essa per farla lavorare secondo le loro necessità, e questo lavoro fu detto, per contrasto, "software" (materiale morbido). Forniti del necessario "software", non vi era nessuna ragione perché non potessero classificare i segnali in arrivo secondo criteri predeterminati, assumendosi così le funzioni precedentemente assegnate agli analisti delle informazioni. Inoltre, se un computer era capace di identificare una minaccia, non vi era alcuna ragione perché non potesse dare l'allarme. Poteva anche dirigere le armi appropriate ed attivarle automaticamente senza la necessità dell'intervento umano, in altre parole, essere dotato di un"'intelligenza artificiale". La completa - o quasi - automazione, apparve praticabile e necessaria nella guerra nell'aria, dove l'ambiente è molto semplice e le velocità molto grandi; i sistemi di un missile guidati da computer e collegati al radar, che divennero operativi nella metà degli anni '60, si dimostrarono molto efficienti. Un altro, molto più recente, è un programma che praticamente, fa da "pilota artificiale", la cui funzione è quella di avvantaggiare il pilota umano in situazioni di combattimento, avvisandolo sui pericoli incombenti, come pure mostrandogli le rotte da seguire e suggerendogli le tattiche più appropriate alle varie situazioni della battaglia aerea.

Si supponeva che i brillanti risultati raggiunti dai computers potessero con-

durre all'efficienza dell'amministrazione, delle comunicazioni, delle informazioni e, alla fine, delle operazioni. Tuttavia, in pratica, non sempre i risultati sono stati coronati dal successo; le esperienze belliche (Vietnam, Granada, Guerra del Golfo), pur avendo dimostrato gli enormi vantaggi del computer, hanno anche evidenziato gli inconvenienti dovuti alla supercentralizzazione: enormi sprechi, tempi di realizzazione lunghi e perdita d'iniziativa ai livelli più bassi della gerarchia militare. L'esistenza dei computers e delle reti che li collegavano ha portato ad un'ulteriore aumento del volume delle informazioni da esaminare. Per ridurre queste informazioni ad una forma utile a coloro che dovevano prendere decisioni ad alto livello, fu necessario creare gruppi di lavoro addizionali che, naturalmente, richiesero i propri computers. Così si è venuta a formare una spirale della quale non si vede una chiara e logica fine che, in teoria, dovrebbe essere raggiunta con l'assoluta perfezione della tecnologia. Ma la tecnologia dei computers avrà sempre i suoi lati deboli, primi fra tutti la possibilità di queste macchine di essere attaccate da "virus", così chiamati perché, in analogia con quelli biologici che attaccano il corpo umano, possono stravolgere, o addirittura distruggere, i dati immessi in un computer per mezzo di programmi introdotti di nascosto in una rete informatica, aggirando i sistemi di protezione o immediatamente o a tempo; quest'ultimo programma è chiamato "bomba logica": introdotta nascostamente in un computer, rimane inattiva fino ad una specifica data, quando ciò avviene, la bomba si attiva negando l'accesso al legittimo utente. Le contromisure a queste azioni di sabotaggio, sono altrettanti programmi capaci di riconoscere i "virus" ed impedire loro di agire.

Un altro aspetto da considerare nell'uso dei computers nell'arte militare è che i conflitti armati sono dominati dalla tensione nervosa, dal pericolo, dalla sofferenza, dal dolore dei combattenti che ne sono i principali protagonisti. Questi fattori devono essere tenuti presenti ed essere affrontati, come sono stati affrontati in tutti i secoli, con il morale, la risolutezza, lo spirito combattivo e la capacità di resistenza. È naturalmente importante che la guerra debba essere evitata, o almeno contenuta, ma è altrettanto importante che la tecnologia non sostituisca il cervello dell'uomo nello svolgimento di compiti che devono essere affidati ragionevolmente al giudizio umano. Il miglior equilibrio fra la tecnologia e la guerra è quello di combinare le virtù dei nuovi sistemi con quelle dei vecchi.[1]

[1] M. van Creveld: op. cit. pp. 239-249

Capitolo III

IL CONFRONTO FRA LE SUPERPOTENZE

Alla fine della 2ª Guerra Mondiale, fra gli alleati occidentali da una parte e l'Unione Sovietica dall'altra, si venne a creare un periodo di reciproca ostilità che sfociò in una fase che non era né guerra né pace ma "guerra fredda", come la definì, nel 1947, il vecchio consigliere di Roosevelt Bernard Baruch. La ragione di questo stato di crisi e tensioni permanenti fu la divisione delle sfere d'influenza delle grandi potenze decise nel corso delle Conferenze di Yalta (febbraio 1945) e di Potsdam (luglio 1945).

La capitolazione incondizionata della Germania creò in Europa una situazione politica densa di preoccupazioni. Churchill, in un suo telegramma del maggio 1945 al Presidente Truman, esprimeva il suo pensiero in questi termini: "... Quale sarà la situazione fra un anno o due? A quell'epoca gli eserciti americano e britannico si saranno sciolti, i francesi saranno ancora lontani da essere organizzati su ampia scala, mentre la Russia potrà decidere di tenere attive due o trecento divisioni. " E aggiungeva: "... Una cortina di ferro si è abbattuta sul loro fronte (russo n.d.r.), ignoriamo tutto quello che avviene dietro di essa..."

Era la prima volta che questa espressione – che sarebbe divenuta famosa – veniva impiegata. Le previsioni del Premier britannico si rivelarono esatte. Infatti, alla cessazione delle ostilità, le democrazie occidentali, fedeli ai loro impegni del tempo di guerra e secondo il desiderio dei popoli, cominciarono a smobilitare la maggioranza delle loro truppe, ad eccezione delle forze di occupazione e delle unità impegnate in altre parti del mondo. Mentre l'ammontare degli effettivi delle forze alleate in Europa al momento della capitolazione tedesca era di cinque milioni di uomini, un pò più tardi dopo la smobilitazione, tali effettivi potevano essere calcolati in 880.000 uomini.

L'Unione Sovietica, per contro, continuò a mantenere sul piede di guerra le sue forze armate (i cui effettivi ammontavano ad oltre quattro milioni di uomini) ed a far lavorare a pieno ritmo le sue industrie belliche.

Gli altri paesi occidentali, nonostante il piano di aiuti economici degli Stati Uniti (European Recovery Plan, ERP, detto anche "Piano Marshall" dal nome del suo ideatore), che stava contribuendo largamente alla loro ricostruzione, non erano in grado di far fronte, nello stesso tempo, al costo della ricostruzione politica e sociale ed ai costi di un difesa militare. Il costo degli armamenti – armamenti convenzionali perché quelli nucleari a quell'epoca-non erano ancora entrati nella realtà militare – era largamente aumentato in paragone all'anteguerra: il costo di una divisione 1947 era parecchie volte superiore al costo di una divisione 1938.

Le democrazie europee, pertanto, si convinsero che il solo modo iniziale per garantire la loro sicurezza era quello di unirsi. . Vennero stipulati diversi trattati (Dunkerque nel 1947, Bruxelles nel 1948) e istituito un organismo militare, che

prese il nome di "Organizzazione della difesa dell'Unione Occidentale", con le forze del Belgio, Francia, Gran Bretagna e Paesi Bassi Ma il suo risultato pratico fu di far toccare con mano l'impossibilità di provvedere ad una reale difesa dell'Europa senza un contributo molto sostanziale degli Stati Uniti. Le democrazie occidentali, aderenti o no al Trattato di Bruxelles, erano fermamente decise a difendere la loro libertà ma il loro potenziale bellico, inclusi gli Stati Uniti e la Gran Bretagna che avevano mantenuto nel continente europeo delle esigue forze, era assolutamente inadeguato a far fronte ad un'aggressione da Oriente. Infatti, le forze militari dei due grandi blocchi mondiali venuti a crearsi erano le seguenti:

Est: Secondo le notizie disponibili, l'Unione Sovietica includeva nel suo esercito di pace 175 divisioni che, in caso di guerra, potevano venir aumentate a 500 circa, armate ed equipaggiate con ottimo materiale moderno. L'arma aerea, che consisteva principalmente di cacciatori e di aerei da combattimento, aveva una forza considerevole; non si avevano notizie sui bombardieri a largo raggio e sulle ricerche atomiche. La flotta includeva un elevato numero di sommergibili da crociera. Di queste forze, nella zona sovietica della Germania, si trovavano undici divisioni corazzate e meccanizzate, quattro divisioni controaerei e alcuni corpi di artiglieria; nelle ex-provincie di Pomerania e Slesia si trovavano sei divisioni di fanteria motorizzata. In totale, ventisette divisioni, senza contare le unità che si trovavano in Polonia, Cecoslovacchia, Austria, Ungheria, Romania e Bulgaria. Tutte queste forze, interamente mobili, uniformemente addestrate e armate erano in completo assetto di guerra ed in condizione di essere messe in movimento in base ad un semplice ed incontrollabile ordine telefonico da Mosca.

Ovest: Complessivamente, per la difesa dell'Europa occidentale, si potevano calcolare otto divisioni e tre brigate alpine italiane, molto deboli, nello spazio meridionale e non disponibili per altri teatri di guerra; sette divisioni francesi(delle quali una corazzata con antiquati carri "Sherman"); una belga, una danese ed una norvegese; gli Stati Uniti avevano mantenuto in Europa due divisioni (di cui una corazzata) più forze di polizia; la Gran Bretagna aveva sul continente due divisioni (di cui una corazzata). Complessivamente, ventidue divisioni, delle quali diciotto debolmente armate.

Che la zona più critica, quella centro-europea, non potesse essere difesa con le forze disponibili in quel teatro di operazioni non aveva bisogno di alcuna particolare dimostrazione. Le parole di Bernard H. Liddel Hart (il più esperto britannico di cose militari), che definiva "schermo di carta" il lato occidentale della "cortina di ferro", erano una dura realtà. Era evidente che, degli stati occidentali, soltanto gli Stati Uniti erano l'unica grande potenza, al pari dell'Unione Sovietica, in condizioni di sviluppare una propria strategia globale e di tradurla in pratica. Per questa ragione venne creata, nel 1949, la NATO – l'alleanza fra gli USA, il Canada e le potenze europee occidentali seguita dalla creazione, nel 1955, dal Patto di Varsavia, alleanza fra l'URSS ed i paesi europei orientali, in contrapposizione alla NATO.

Il pensiero strategico americano degli anni immediatamente seguenti il conflitto era che bombardieri a largo raggio, idonei a lanciare armi atomiche su città o forze militari nemiche, avrebbero potuto da soli sconfiggere qualsiasi na-

zione o forza ostile agli Stati Uniti ed ai loro interessi. Per questa ragione, le forze aeree statunitensi (che prima dipendevano dall'Esercito) vennero riorganizzate come forza autonoma e l'Esercito e la Marina furono ridotti ad una forza poco più che simbolica. Il compito principale di queste due ultime Forze Armate, in un futuro conflitto, doveva essere quello di presidio e di supporto all'arma primaria: il bombardiere a largo raggio. La suddivisione degli stanziamenti finanziari fu nettamente favorevole all'Aeronautica che doveva completare il rinnovamento del suo strumento più potente: il SAC (Strategic Air Command).

I bombardieri del SAC potevano, in qualsiasi momento, lanciare una bomba atomica su qualsiasi luogo di qualsiasi continente, partendo da basi che gli Stati Uniti si erano assicurate nei cinque continenti.

Appena costituito, il SAC ebbe una forza di bombardieri quadrimotori pesanti B-17, B-29 e B-50 con i relativi caccia di scorta. Ma ben presto fece la sua apparizione il gigantesco B-36. Concepito nel 1941, non era giunto in tempo a partecipare al conflitto ma adesso di rivelava un eccellente strumento per la politica atomica degli Stati Uniti.

Il Convair B-36 "Peacemaker" (costruttore della pace) era un esamotore ad ala alta a freccia con i propulsori in installazioni spingenti ed eliche disposte posteriormente al bordo d'uscita alare. L'apertura alare misurava mt. 70,104, la lunghezza era di mt. 49,403. La fusoliera, che per circa 33 metri era un cilindro circolare, conteneva due tronconi pressurizzati, quello anteriore di cui faceva parte la cabina di pilotaggio, e quello posteriore in cui erano alloggiati gli armieri che controllavano l'armamento difensivo; i due tronconi erano collegati da un tunnel a sezione circolare di 63 cm. di diametro che, per quasi 26 metri, si estendeva attraverso il tronco centrale, non pressurizzato, della fusoliera: il passaggio dall'uno all'altro dei due tronconi veniva effettuato sfruttando un carrellino che scorreva su binari disposti nel tunnel di collegamento fra i medesimi. L'equipaggio era di 15 uomini. I suoi sei motori Pratt & Whitney gli consentivano una velocità massima di circa 600 km/h; a partire dalla serie D furono aggiunti quattro reattori General Electric, installati in gondole subalari disposte a circa metà apertura delle semiali, con schermi retrattili a petali nelle prese d'aria, che assicuravano un apprezzabile incremento della trazione disponibile nelle fasi cruciali dell'azione. Poteva trasportare quattro tonnellate e mezza di bombe ad una distanza di 16.000 km.; riducendo l'autonomia a 7.000 km. il carico offensivo superava l'incredibile totale di 30 tonnellate, cifra mai toccata da nessun bombardiere al mondo.

L'armamento difensivo era costituito da sedici cannoncini da 20 mm. in otto torrette binate, tutte retrattili (salvo la prodiera e la poppiera) e comandate a distanza, eccezione fatta per la poppiera che era comandata a mezzo radar. Le apparecchiature elettroniche del velivolo erano, per l'epoca, notevolmente avanzate e comprendevano un sistema di puntamento radar che permetteva il bombardamento in qualsiasi condizione meteorologica ed anche in assenza di visibilità. Con il B-36, gli Stati Uniti ebbero il loro primo bombardiere atomico intercontinentale.

Le *armi "strategiche" o "nucleari"*. Il più significativo aspetto della teoria strategica riguardante il livello di conflitto "strategico" fu il concetto di "deterrence" (dissuasione): il modo di rendere il costo del ricorso alle armi nucleari o

no, troppo elevato per essere proficuo. Finché gli Stati Uniti possedevano il monopolio dell'evoluzione atomica la situazione era chiara. Essi non progettavano nessun attacco, la loro strategia globale era difensiva, la loro strategia militare si basava sul principio della "massive retaliation" (rappresaglia massiccia), la minaccia di impiegare la forza nucleare contro l'istigatore di ogni forma di aggressione, diretta o indiretta, convenzionale o nucleare. Le armi convenzionali erano lo scudo, le armi atomiche la spada della rappresaglia. Dato l'enorme peso di questa spada, lo scudo non aveva bisogno di essere robusto.

Le armi nucleari costituivano un aumento del potenziale militare senza precedenti poiché offrivano un potere distruttivo illimitato. La distruzione è , ovviamente, più facile della costruzione, ma in precedenti periodi della storia militare la potenza distruttiva limitata offerta dagli esplosivi convenzionali, specialmente quando combinata con i limiti della capacità di sfruttarla, poneva confini fisici alla guerra anche quando la volontà politica degenerava. Gli esplosivi nucleari rappresentavano l'"olocausto". Era comunque poco probabile l'impiego, da parte degli americani, di mezzi catastrofici per combattere minacce o pericoli che non avrebbero portato ad una catastrofe.

Ma, nel 1949, l'esplosione della prima bomba atomica sovietica fece fallire la teoria della "massive retaliation". Pur mantenendo la supremazia tecnica e quantitativa, gli Stati Uniti non avevano più il monopolio delle armi atomiche; rimaneva un'enorme disparità di forze nel campo delle armi convenzionali a svantaggio degli Stati Uniti, per non parlare degli altri paesi occidentali.

La storia della *bomba atomica sovietica* è molto diversa da quella statunitense. Quando, nel 1938 a Berlino, Otto Hahn aveva ottenuto la fissione del nucleo di uranio senza trarne le logiche conseguenze, i fisici sovietici, avutone notizia, si erano resi conto delle sue possibili applicazioni: nel 1939, Igor Tamm, uno dei migliori fisici teorici, affermò che da questa scoperta poteva derivare la costruzione di una bomba di enorme potenziale in grado di distruggere una grande città. Contemporaneamente, in diversi laboratori scientifici, erano state iniziate ricerche in questa direzione. Nel giugno 1940, l'Accademia delle Scienze sovietica nominò una "Commissione per l'Uranio" a capo della quale fu posto V. G. Klopin, un chimico direttore dell'Istituto Radium, con il compito di dirigere e coordinare le ricerche in questo settore le cui principali istituzioni erano l'Istituto Psicotecnico di Leningrado, diretto da Igor Kurcatov e l'Istituto di chimica-fisica, diretto da N. N. Seménov. Il maggior fautore di questa attività scientifica era Kurcatov, nel laboratorio del quale era stata, nel frattempo, scoperta la fissione spontanea dell'uranio; lo scienziato chiese all'Accademia lo stanziamento di cospicui fondi sottolineando l'importanza dell'energia nucleare dal punto di vista economico ma, principalmente, militare. La risposta fu deludente. Klopin affermò che la realizzazione dell'energia nucleare avrebbe richiesto moltissimi anni e che, dato il momento, sarebbe stato assurdo sottrarre cervelli e risorse per attuare un progetto così lontano nel tempo. Lo stesso risultato ebbe Seménov. Le ricerche, pertanto, continuarono a ritmo lento fino a quando, nel 1941, l'invasione tedesca praticamente le bloccò.

Nel 1942 giunsero in Unione Sovietica, tramite fonti segrete – probabilmente anche rapporti della spia Klaus Fuchs sulle ricerche inglesi – informazioni sulle attività degli occidentali, tedeschi compresi, relative alla costruzione di una

bomba atomica. Stalin, venutone a conoscenza, diede ordine di riprendere il progetto, sebbene su piccola scala, capo del quale fu scelto Kurcatov. Il gruppo di ricerca divenne sempre più consistente e, nel 1945, vi fu inserito anche un certo numero di scienziati e tecnici tedeschi. Quando esplosero le due bombe atomiche americane sul Giappone, l'evento provocò un'enorme impressione nella dirigenza sovietica anche se Kurcatov ed i suoi colleghi avevano compiuto notevoli progressi. Stalin, rendendosi conto del gravissimo pericolo rappresentato dalla nuova arma americana, spronò Kurcatov affinché accelerasse i tempi promettendogli tutto il sostegno necessario e gli chiese in quanto tempo avrebbe realizzato la bomba atomica sovietica. "Cinque anni" rispose lo scienziato. In realtà occorsero poco più di quattro anni. Il primo esperimento atomico sovietico avvenne nell'agosto del 1949 con una bomba al plutonio, seguito, nell'ottobre 1951, da quello con una bomba all'uranio 235. Tale esperimento spinse il Presidente Truman ad accelerare le ricerche sulle armi termonucleari, una combinazione di fissione e fusione, di potenza enormemente maggiore delle bombe atomiche lanciate sul Giappone.

Oltre agli sforzi per l'acquisizione dell'arma atomica, l'Unione Sovietica procedette ad un formidabile potenziamento nella produzione di carri armati e artiglierie ma, consapevole dell'enorme importanza dell'aviazione strategica, decise di rivedere i suoi concetti sull'uso del *potenziale aereo in guerra.*

Una grande massa di equipaggiamenti di alta tecnologia, catturati in Germania, venne trasportata in Unione Sovietica insieme ad un considerevole numero di scienziati, ingegneri e tecnici, mettendo in grado i sovietici di sviluppare e potenziare l'arma aerea. Negli anni '50 l'ingegnere aeronautico Tupolev progettò e costruì in grandi quantità il Tu-4, copia esatta del bombardiere americano B-29 (tre B-29, nel 1944, erano stati costretti ad un atterraggio in territorio sovietico). I primi aerei a reazione vennero equipaggiati con motori Jumo e BMW catturati ai tedeschi, ma il merito principale dello sviluppo dell'aviazione a reazione sovietica va ascritto ad un compiacente governo laburista britannico – presieduto da Attlee – che, nel 1946, concesse ai sovietici la licenza di fabbricazione dei motori a getto Rolls-Royce. La versione sovietica di questi motori equipaggiò i Mig-15, prodotti in 15.000 esemplari, che fecero la loro prima apparizione nella guerra di Corea.

Ma il potenziale bellico sovietico, sebbene ammodernato e rafforzato, non era sufficiente ad affrontare una situazione militare completamente nuova: a preparare cioè un eventuale conflitto con il suo potenziale avversario, non raggiungibile via terra come lo erano stati i tradizionali nemici, ma che aveva la possibilità di colpire il territorio sovietico partendo da grandissime distanze. Fino alla fine degli anni '40, non possedendo l'arma atomica, le uniche armi di cui disponeva l'URSS erano bombe convenzionali ad alto potenziale trasportate dal bombardiere "Tu-4", con un'autonomia dai 5 ai 6000 km. e con un carico dalle 7 alle 8 tonnellate; questo aereo avrebbe potuto raggiungere gli Stati Uniti (difese aerea americana permettendo) con un volo senza ritorno o mediante rifornimento in volo (operazione che i sovietici riuscirono ad effettuare soltanto sul finire degli anni '50).

Stalin perciò fece dedicare massimi sforzi – oltre a quello per il conseguimento delle armi nucleari – anche a quello dei *vettori a lungo raggio.* Pertanto,

unitamente al programma di sviluppo dei bombardieri intercontinentali, i sovietici si orientarono verso il perfezionamento della tecnologia relativa alla propulsione a razzo, che aveva avuto origine durante la Seconda Guerra Mondiale. Dopo la sconfitta tedesca l'Unione Sovietica si era impossessata di un grosso quantitativo di V-2 e di numerosi tecnici che le avevano realizzate. Nel 1947 venne prodotto il primo missile a corta gittata (circa 250 km.) l'SS-1 il quale non era altro che una V-2 potenziata, e che fu seguito, nei primi anni '50, dall'SS-2 con gittata doppia.

Dopo la scomparsa di Stalin il progresso nel settore missilistico fu così rapido che i sovietici riuscirono e realizzare un vettore a razzo a grande gittata. Il 1957 fu una pietra miliare nella storia delle forze armate sovietiche e l'equilibrio strategico mondiale fu completamente alterato; in quell'anno l'Unione Sovietica sperimentò un missile, l'"SS-6 (a combustibile liquido) che, lanciato dal territorio sovietico, era in grado di colpire il territorio degli Stati Uniti. Gli americani avevano perduto l'immunità dalla distruzione da parte delle armi sovietiche. Questo vettore, con lievi modifiche, servì anche allo spettacolare lancio dello "Sputnik", il primo satellite artificiale della storia. All'SS-6 seguirono diverse generazioni di missili costruite in migliaia di esemplari.[1] Tutti i missili "strategici" sovietici furono dotati di armi nucleari e termonucleari di potenza sempre maggiore.

I sovietici fecero anche progressi nella costruzione dei bombardieri strategici: nel 1956 entrò in servizio il "Tu-20", quadrimotore a turboelica, velocità massima 870 km/h, capacità di carico 11 tonnellate ed autonomia di 11-12000 km. ; ma il missile fu sempre il vettore più preferito.

Dal maggio 1960, l'Unione Sovietica riunì tutti i vettori di armi nucleari – missili e bombardieri – in una nuova forza armata: "Raketnyye Voyska Strategischeskove Naznacheniya – RVSN" (Forze Strategiche Missilistiche). Questo evento completò l'evoluzione della dottrina militare sovietica che, dal concetto puramente continentale e terrestre, passò ad uno più vasto e globale, tenuto conto del rivoluzionario impatto dei nuovi mezzi bellici. A queste Forze vennero assegnati tutti i missili offensivi, terrestri e navali, con gittata oltre i 1000 km. e i bombardieri a lungo e medio raggio.

Contemporaneamente sviluppò anche la "Difesa Aerea Nazionale" (Voyska Protivonozdushnoy Oborony Strany – PVO Strany) dotata di missili anti-missili balistici, aerei intercettori e di avvistamento e controllo (AWACS), artiglieria contraerea e centri radar di avvistamento e controllo su tutto il territorio nazionale e dei paesi del Patto di Varsavia.

Considerati i rapidi progressi dell'Unione Sovietica nel campo nucleare, missilistico ed anche degli armamenti convenzionali, era evidente che lo sforzo maggiore per incrementare il potenziale difensivo dei paesi occidentali doveva essere compiuto dagli *Stati Uniti*. Ed in effetti fu quello che avvenne. L'esempio più evidente fu l'aumento delle spese del "War Department": dai circa otto milioni di dollari del 1949 esse salirono ai diciassette circa negli anni 1952-53, nei

[1] per i dettagli sui missili sovietici e americani vedi: E. Cecchini "Le Istituzioni militari"Ufficio Storico SME, Roma, 1986

quali vi fu il maggior sviluppo, per discendere gradatamente ai circa dodici nel 1964.[2]

L'armamento convenzionale venne potenziato principalmente con la distribuzione alle truppe corazzate, nel 1952, del nuovo carro medio da combattimento M47"Patton", del peso di 46,2 tonnellate e dotato di un cannone da 90/48, seguito, nel 1955, dall'M48, peso 47,6 tonnellate e cannone da 90/48. Questi due tipi di carri formarono l'ossatura anche delle unità corazzate di tutti i paesi della NATO. Agli inizi degli anni '60 si verificò un notevole salto di qualità con l'M60, del peso di 48,1 tonnellate e con un cannone da 105/51 e con il veicolo trasporto truppe "M113".

L'intervento statunitense più massiccio si verificò, tuttavia, nel settore degli *armamenti strategici.* Il suaccennato bombardiere a lungo raggio B-36 venne superato, nel 1951, dal B-47 "Stratojet", il primo esamotore a reazione e con ali a freccia, con un'autonomia ridotta (6. 500 km.) ed una capacità di carico inferiore (9 tonnellate) rispetto al suo predecessore, ma con una velocità di crociera (896 km/h) più che doppia.

Questo bombardiere costituì la massa delle forze aeree del SAC per gli anni '50 ma, a causa della sua minore autonomia, si dovette aumentare il numero delle basi nei diversi continenti e sviluppare ulteriormente la tecnica del rifornimento in volo.

Il fiore all'occhiello dell'aviazione USA fu però il *Boeing B-52 "Stratofortress"* che, dopo alcune preserie, entrò in servizio operativo nel 1955. Monoplano ad ala alta, a freccia, con otto motori a reazione accoppiati in gondole appese all'ala, realizzate con largo uso di titanio e di acciai inossidabili ad alta resistenza. . La fusoliera aveva una sezione approssimativamente quadrangolare con spigoli arrotondati ed era costituita da quattro componenti strutturali fondamentali: la prora, pressurizzata e su due piani, quello superiore per il posto di pilotaggio e per quello dello specialista delle contromisure elettroniche, quello inferiore per gli alloggiamenti del navigatore e del bombardiere; l'elemento centrale nel ventre del quale si trovava il vano bombe con capacità di carico di 34 tonnellate, mentre nel dorso (e in parte nelle ali) erano alloggiati i serbatoi del combustibile per una capacità totale di 174.000 litri (integrati, se necessario, da serbatoi sganciabili esterni in installazioni subalari di oltre 11.000 litri ciascuno; il cono posteriore e il cono poppiero costituito da una torretta munita di quattro mitragliatrici da 12,7 mm., azionata da un mitragliere (nelle versioni più recenti le mitragliatrici erano state sostituite da un cannoncino da 20mm. "Vulcan" a sei canne rotanti. Gli otto motori Pratt e Whitney, che erano i più significativi rappresentanti della seconda generazione di turbogetti realizzati dall'industria americana, consentivano una velocità di crociera di 940 km/h ad una quota di 12.000 metri ed un'autonomia di 13. 500 km. Il B-52 poteva colpire un obiettivo sul territorio dell'URSS e ritornare negli Stati Uniti senza rifornimento. Questo fu l'aereo che ebbe la più lunga durata in servizio presso le forze strategiche americane e soppiantato, in parte, soltanto dai missili.

La storia dei missili strategici USA incominciò quasi in sordina a causa della

---

2 "Historical Statistics of United States"

priorità data alla ricerche ed allo sviluppo del bombardamento a largo raggio, considerato il miglior vettore per le armi nucleari. Soltanto dopo la guerra di Corea il problema venne affrontato, seppure con impegno minimo, con lo stanziamento, nel 1953, di due milioni di dollari. Nonostante la messa a disposizione di von Braun e dei suoi tecnici – catturati e portati negli Stati Uniti – di un arsenale militare a Huntsville in Alabama, i responsabili statunitensi della difesa non erano stati favorevolmente impressionati dal potenziale militare dei razzi, probabilmente per avere ancora fresco nella memoria l'insuccesso della V-2. Ma le notizie sullo sviluppo missilistico sovietico convinsero il Presidente Eisenhower ad assegnare l'assoluta priorità al programma di ricerche sui missili strategici, stanziando, per questo, nel 1955, fondi per 159 milioni di dollari. Ebbero così inizio gli studi per i vettori a combustibile liquido "Atlas" e "Titan", che furono seguiti, in breve tempo, grazie ai progressi della tecnologia, da quelli a combustibile solido "Minuteman", installati in silos sotterranei e "Polaris", questi ultimi imbarcati su sottomarini.

L'effetto psicologico delle prove di lancio dell'SS-6 sovietico, nell'agosto 1957, che tolse agli americani l'immunità dalla distruzione da parte dei loro potenziali avversari, seguito dal lancio dello "Sputnik", causò un'ulteriore accelerazione del programma missilistico statunitense, per il quale vennero stanziati un miliardo e mezzo di dollari nel 1957 e due miliardi nel 1958; fu appunto in quest'anno che ebbero luogo i primi lanci dell'"Atlas" e del "Titan". All'inizio degli anni '60, nelle basi di lancio, si trovavano circa 300 missili balistici intercontinentali. I missili della seconda generazione "Minuteman" e "Polaris" divennero operativi fra gli anni 1961 e 1962. La principale forza militare degli Stati Uniti era (ed è) costituita dalle Forze Strategiche Nucleari, inquadrate nel SAC (ed in parte nell'ADC – Air Defense Command). Tali forze – che comprendevano mezzi misti e precisamente bombardieri pilotati, missili basati a terra e missili lanciati dal mare – avevano il compito di ritorcere con immediatezza qualsiasi attacco strategico contro gli Stati Uniti. L'assieme di tutte queste forze prese il nome di TRIAD e la diversificazione dei suoi tre componenti consentì ad ognuno di questi, da solo, di infliggere un elevatissimo ed inaccettabile livello di danni, anche in caso di eliminazione degli altri due. I componenti del TRIAD furono i seguenti:

1) Bombardieri pilotati che potevano essere utilizzati in vari modi e che offrivano i seguenti vantaggi:
- azione finale non vincolata;
- erano richiamabili e flessibili, ossia potevano essere indirizzati su obiettivi diversi;
- potevano colpire una varietà di obiettivi con armi diverse e appropriate;
erano riutilizzabili ed impiegabili ai diversi livelli del conflitto.

2) Missili basati a terra che avevano i seguenti vantaggi rispetto agli aerei:
- erano costantemente pronti;
- potevano essere mantenuti sempre in allarme;
- erano sul bersaglio in un tempo massimo di 30 minuti.

3) Missili lanciati dal mare, trasportati da sottomarini atomici che navigavano costantemente a grandissima profondità e la metà dei quali era sempre in zona di lancio, mentre il resto era in navigazione o pronto a prendere il mare.

La difesa strategica del continente americano fu affidata al NORAD (North American Defense Command), organizzazione congiunta statunitense e canadese, situato nelle viscere dei Monti Cheyenne, otto miglia a sud di Colorado Springs, nello Stato del Colorado e con altissimo grado di sopravvivenza da attacchi nucleari. Nel NORAD si trovava – e si trova – un enorme complesso di computers e monitors controllati da tecnici specializzati; porte di acciaio fuso, ognuna del peso di 25 tonnellate e di spessore di circa un metro proteggevano la comunità di un migliaio di persone dagli attacchi nucleari. Tutti i locali interni erano collocati su robustissime molle d'acciaio che agivano da ammortizzatori. L'onda d'urto ed il calore di un'esplosione venivano incanalati attraverso gallerie e scaricati nella parte opposta delle montagne. L'aria aspirata era accuratamente filtrata contro agenti chimici, biologici e radioattivi ed erano incluse anche misure protettive contro impulsi elettromagnetici.

L'azione del NORAD era diretta dal COC(Combat Operation Center), che occupava 5 chilometri di gallerie e locali. Il sistema di comunicazioni e di avvistamento radar, con centinaia di stazioni era – ed è – il più grande e il più sofisticato del mondo.

Il compito del NORAD era di localizzare ed identificare tutti i mezzi aerei in avvicinamento al continente nordamericano, se questi mezzi erano nemici, mettere in allarme la popolazione civile ed i mezzi di difesa per distruggerli. I mezzi a sua disposizione erano:

a) fino al 1976, anno della sua disattivazione, il sistema "Safeguard" su missili anti-missili balistici;

b) aerei intercettori armati di missili AAM;

c) sistemi di allarme e difesa costituiti da satelliti per la sorveglianza, mediante raggi infrarossi e telecamere e per la intermittente ricognizione fotografica; da satelliti "killer" dotati di sistemi d'arma antimissile; da stazioni radar dislocate in diverse località in tutti i continenti; e dallo SPADOC (Space Defense Operation Center) presso il COC, in costante collegamento con i satelliti e le stazioni radio per l'identificazione e la classificazione di tutti gli oggetti nello spazio, per il controllo e le comunicazioni con e mediante satelliti.

Capitolo IV

LE TECNOLOGIE DELLA SECONDA METÀ DEL XX SECOLO

Tecnologia missilistica

I primi vettori delle armi nucleari furono gli aeroplani che lanciavano bombe atomiche "a caduta" e che, dotate di una spoletta con altimetro, esplodevano ad una determinata altezza sul bersaglio stabilito. I bombardieri strategici rimasero i principali vettori per molti anni ed ancora oggi mantengono un posto importante nelle forze armate delle maggiori potenze.

Ma fu la tecnologia missilistica che fornì i classici vettori per le armi nucleari.

Un missile è un serbatoio di combustibile con un motore ad una estremità e una testata esplosiva dall'altra: se è a più stadi, la testata è sullo stadio più alto mentre gli altri entrano in funzione in serie e separatamente a seconda dell'altezza da raggiungere e si staccano automaticamente una volta esaurito il combustibile. Quando il combustibile brucia nel motore, i gas combusti vengono espulsi dallo scarico e provocano una spinta tale che, in pochi minuti, l'accelerazione raggiunge le 15.000 miglia all'ora ed un'altezza di 700 miglia. Il principio di funzionamento di un motore a razzo è più semplice di quello di ogni altro motore. Il motore, nella camera di combustione, brucia il combustibile producendo gas ad altissima temperatura le cui molecole bombardano continuamente le pareti della camera. Esse si muovono in ogni direzione e attraverso l'impatto di queste molecole si viene a creare una pressione sulle pareti della camera; il gas è distribuito uniformemente e quindi le molecole colpiscono ogni parete con la stessa proporzione e la stessa velocità esercitando la stessa forza sui fianchi, verso l'alto e verso il basso; se si rimuove l'estremità inferiore del razzo, la forza verso l'alto non è più equilibrata da quella verso il basso ed il razzo decolla iniziando il suo volo.

Dopo il 1945, le bombe a razzo progettate dai tedeschi – le V-2 – ebbero, come abbiamo visto, un notevole sviluppo sia in URSS sia in USA. L'iniziale propellente liquido venne ben presto sostituito da quello solido che le rese più affidabili e più economiche, con il vantaggio di poter essere lanciate da terra – di norma da silos interrati – dall'aria, da navi di superficie e da sottomarini. Inoltre, i missili balistici vengono lanciati con traiettoria e bersaglio prestabiliti, con un sistema di guida inerziale la cui accuratezza è di importanza almeno pari alla carica trasportata.

Il più grande missile del mondo, il sovietico SS-18, è – probabilmente era – più alto di un edificio di dieci piani, contiene 25.000 litri di combustibile e pesa 240 tonnellate.

La possibilità di difesa da questi missili sta nel fatto che essi hanno due elementi che li rendono estremamente vulnerabili. Uno è la fragilità del missile stesso. I missili hanno un aspetto solido e imponente, ma la loro struttura è rela

tivamente di poca consistenza. L'involucro dell'SS-18, per esempio, è di alluminio, di spessore non superiore a quello di una scatola di cartone. I missili hanno l'involucro del serbatoio del combustibile così sottile perché non possono trasportare troppo peso morto; essi devono sacrificare ogni possibile chilogrammo al fine di raggiungere le enormi accelerazioni e velocità che devono proiettarli attraverso migliaia di miglia. Se l'involucro di un SS-18, per esempio, avesse uno spessore di un quarto di millimetro in più, il suo peso aumenterebbe di otto tonnellate; ma otto tonnellate è il doppio di tutte le sue testate belliche ed il missile non riuscirebbe a decollare regolarmente. Un piccolo e velocissimo proiettile può facilmente perforare il serbatoio di combustibile dell'SS-18 e causarne l'esplosione. Un'altra debolezza di un missile è il computer che guida la sua corsa: i circuiti di questo cervello elettronico possono essere messi fuori uso da fasci di radiazioni diretti verso di loro da grandi distanze, causando la deviazione di rotta del missile e la sua distruzione. Il contenitore delle testate belliche è dotato di un altro computer: se i circuiti di questo computer sono messi fuori uso da radiazioni, il contenitore lancia le testate nelle direzioni sbagliate nel momento sbagliato così che esse non possono raggiungere i loro bersagli. Anche le testate – o la testata – sono controllate da un computer che stabilisce il momento della loro esplosione; se anche i circuiti di questo vengono danneggiati, le testate non esploderanno ma verranno distrutte dall'impatto con il suolo.

I missili balistici si distinguono in "raggio intermedio" (Intermediate Range Ballistic Missiles – IRBM) e "intercontinentali" (Inter Continental Ballistic Missiles -ICBM, inoltre vi sono i missili lanciati da sottomarini (Submarine Launched Ballistic Missiles – SLBM) normalmente di raggio medio e intermedio.

La carica esplosiva trasportata può avere una potenza che varia da decine di kilotoni (1 kT=1000 tonnellate di tritolo) a decine di megatoni (1 MT=1000.000 di tonnellate di tritolo) e può essere contenuta in una singola testata su di un solo vettore di rientro (re-entry vehicle RV: la testata è schermata dal calore che si sviluppa durante il rientro nell'atmofera e dissipa il calore tramite la progressiva evaporazione del proprio rivestimento protettivo) o suddivisa in testate multiple: MRV (Multiple Re entry Missiles). I più recenti sviluppi della tecnica missilistica hanno consentito l'installazione di diverse testate , guidate indipendentemente l'una dal altra, su di un singolo missile conosciuto come MIRV (Multiple Independently-targetable Re-entry Vehicle): con questo sistema, fino a dieci testate possono venire dirette contro bersagli separati, aumentando notevolmente la potenzialità del missile-madre.

I missili lanciati dai sottomarini hanno iniziato il loro sviluppo negli anni cinquanta. La possibilità di lancio di questi missili offriva parecchi vantaggi: era virtualmente impossibile effettuare contro di essi un attacco preventivo, potevano essere lanciati dalle immediate vicinanze delle coste nemiche e quindi necessitavano di vettori di media potenza; inoltre, anche con il progredire della tecnica di guerra antisom, il sottomarino rimaneva il meno vulnerabile dei sistemi di lancio. Il "Polaris A1" fu il primo SLBM ad essere messo a punto ed i cantieri americani diedero il via alla costruzione di una flotta di quarantuno sottomarini nucleari, ognuno in grado di lanciare sedici missili con testata nucleare. I più perfezionati, "Polaris" A2 e A3 vennero adottati anche dalla Gran Bretagna e sistemi similari furono sviluppati dall'Unione Sovietica e dalla Francia. I sottoma-

rini lanciamissili sono diventati uno dei più importanti componenti dell'armamento nucleare delle superpotenze, specialmente degli Stati Uniti che hanno adattato i loro battelli all'impiego dei più potenti "Poscidon", con carica doppia dei "Polaris" ed in grado di lanciare quattordici MIRV fino ad una distanza di 3000 miglia. Nel 1978, all'arsenale dei SLBM si è aggiunto il "Trident" con otto MIRV del raggio d'azione di 4600 miglia.

L'ultimo ritrovato dei vettori è il missile "Cruise" (da crociera) discendente dalle "bombe volanti" tedesche V-1. Dotato di un motore a reazione, il "cruise", di dimensioni ridotte, può essere lanciato da veicoli, navi di superficie, sottomarini ed aerei. Le sue più importanti caratteristiche sono l'avionica, il sofisticato sistema di guida che gli consente di colpire un bersaglio ad una distanza di 2000 miglia con un errore di qualche metro, il suo radar lo mette in grado di volare ad altezza d'albero e seguire la configurazione del terreno, quindi di evitare i radars nemici; la struttura, le ali contenute all'interno della fusoliera e dispiegabili soltanto dopo che l'arma è stata lanciata; l'apparato propulsore miniaturizzato e destinato a durare soltanto poche ore con conseguente riduzione di costo e peso, la compatta ma efficace testata bellica (convenzionale o nucleare).

Negli anni '80 è stato realizzato un missile terra-aria antimissile che ha dimostrato la sua efficacia nella Guerra del Golfo, il "Patriot". Questo sistema si basa su di un'unità di fuoco composta da un evoluto radar "a scansione di fase" (a differenza del radar convenzionale dotato di antenna orientabile, l'antenna di questo è stazionaria e composta da migliaia di minuscole antenne di trasmissione/ricezione che scandiscono elettronicamente i fasci elettromagnetici); da una stazione di comando e controllo che programma il radar, l'allocazione delle armi e l'assegnazione delle priorità ai bersaglio da lanciatori quadrupli. Il missile è dotato di una testata esplosiva ad alto potenziale a frammentazione da 90 kg. con spoletta di prossimità; è spinto da un motore a combustibile solido e può raggiungere una velocità massima di Mach 3 con un raggio d'azione di oltre 60 km. E' dotato di un sistema di guida che combina i vantaggi della guida radar semiattiva di bordo con quelli della guida a comando: i dati elaborati dal calcolatore di condotta del tiro della stazione di comando vengono trasmessi al sistema di guida del missile, in questo modo viene offerta una particolare resistenza ai disturbi attivi ed alle contromisure elettroniche rispetto ai sistemi che si affidano all'elaborazione condotta dai calcolatori di bordo.

La terribile potenza distruttiva delle armi nucleari ha provocato una generale corrente di pensiero diretta ad impedire il loro uso. La componente essenziale della strategia nucleare, fin dall'inizio, è stata la già citata teoria della "deterrenza". Un deterrente è un sistema d'arma capace di infliggere al nemico un tale grado di distruzione da convincerlo che non trarrebbe nessun vantaggio da un'eventuale aggressione. Un efficiente deterrente nucleare si basa su due principi: possibilità di sopravvivenza e di penetrazione. Un deterrente deve essere in grado di resistere ad un primo attacco preventivo e provocare poi al nemico una distruzione tale da persuaderlo che potrebbero essere inflitte perdite ancora maggiori, se necessario. Il secondo attacco può essere ottenuto in diversi modi: quando i bombardieri strategici erano considerati i migliori vettori per le armi nucleari, un costante stato d'allarme prevedeva un certo numero di questi aerei sempre in volo, mentre altri erano pronti all'immediato decollo in caso di

attacco; la dispersione dei velivoli in diversi aeroporti lontani fra loro poteva aumentare la possibilità di sopravvivenza. La comparsa dei missili portò all'uso di "silos" interrati e protetti e lo sviluppo dei sottomarini lanciamissili sembrò offrire una quasi certa capacità di sopravvivenza per quei paesi che ne avessero posseduti un numero sufficientemente grande. Al fine di sferrare il secondo attacco con conseguenti danni inaccettabili e di convincere il nemico di essere in grado di metterlo in atto, si rese necessaria la capacità di penetrare nelle difese avversarie. Nel caso dei bombardieri strategici questa capacità era stata ridotta dalla presenza dei missili SAM (Surface-Air-Missiles) e da moderni aerei intercettori; problema che non esistette quando i vettori furono rappresentati da missili balistici. Per questa ragione vennero potenziate le difese che compresero, oltre ai SAM, armi antisom e antimissile. Queste ultime furono considerate il più significativo sviluppo degli anni '60 e '70. Nel 1965 l'Unione Sovietica creò un anello di missili intercettori attorno a Mosca, mentre, nel 1967, gli Stati Uniti diedero inizio al programma ABM (Anti-Ballistic-Missiles) consistente in missili a lungo raggio intercettori ed a corto raggio per proteggere le basi ABM e distinto con il nome convenzionale di "Safeguard". Lo sviluppo delle testate multiple ha indotto gli americani a disattivare il sistema e pertanto l'unico schieramento ABM è rimasto quello attorno a Mosca. La messa a punto di missili ancora più perfezionati ed a testate multiple ha aumentato la capacità di penetrazione ed i "Cruise" hanno minacciato di aumentarlo ulteriormente.

Una componente vitale dell'equilibrio nucleare fu la possibilità di un tempestivo preavviso nell'evento di un attacco di sorpresa, ottenuta da ambedue le superpotenze mediante una serie di catene radar concentriche a grande distanza fra loro ed in grado di dare l'allarme con un anticipo sufficiente, mentre i satelliti artificiali poterono localizzare le basi di lancio od i sottomarini in navigazione, come vedremo in seguito.

Tecnologia nucleare.

Attualmente esistono due procedimenti per ottenere energia dagli atomi, sia per le armi, sia per le macchine d'impiego pacifico. L'uno è la "fissione" (impropria traduzione dall'inglese "fission", che vuol dire "scissione") e l'altro è la "fusione"del nucleo.

La "*fissione*" è il procedimento usato per far esplodere la bomba atomica (che dovrebbe essere chiamata "nucleare"poiché l'energia da essa prodotta proviene dalla rottura dei nuclei). Per realizzarlo si usano gli "isotopi" di uranio 235 e di plutonio 239 (gli isotopi sono atomi che hanno lo stesso numero atomico e costituiscono perciò lo stesso elemento chimico, ma differiscono tra loro per il numero di neutroni; hanno le stesse proprietà chimiche ma non quelle fisiche. Per avviare una fissione è necessario unire una massa di questi materiali abbastanza grande da assicurare che i neutroni all'interno non sfuggano dalla superficie della massa ma colpiscano gli altri atomi pesanti all'interno del materiale e diano il via ad una reazione a catena. Il più piccolo quantitativo di materiale che può farlo è chiamato "massa critica". Gli atomi con alto numero di protoni come l'uranio vengono bombardati con i neutroni e si scindono in due nuovi atomi la cui mas-

sa è un poco più piccola di quella dell'atomo originario e il resto della massa non utilizzata si trasforma in energia. Il massimo prodotto esplosivo di armi atomiche a fissione è limitato a una scala di kilotoni (kT) dal fattore di massa critica.

Nella "*fusione*" gli atomi con pochi protoni hanno invece la proprietà di combinarsi ad altissime temperature per formare atomi più pesanti. Il principio è quello di avvolgere una bomba a fissione con materiale contenente nuclei di idrogeno pesante, cioè "deuterio" o ancor meglio "trizio". L'enorme calore generato dalla bomba a fissione fa in modo che questi nuclei acquistino grandi velocità e collidendo si fondano insieme per produrre nuclei di "elio"; ogni fusione di due nuclei di idrogeno in un nucleo di elio libera qualche neutrone e converte parte della massa dei nuclei coinvolti in energia con un effetto 1000 volte superiore a quello della bomba a fissione-bomba A con effetto misurato in megatoni (MT) ed è il metodo impiegato per l'esplosione della bomba H.

La "*Bomba atomica*" – A – Tutto quanto riguarda questa bomba è già stato illustrato precedentemente.

La "*Bomba all'idrogeno*" – H – L'energia liberata dalla fusione di molte migliaia di nuclei sfocia in un'esplosione di enorme potenza che fa della bomba H l'ordigno più distruttivo mai prodotto dall'uomo.

La fusione nucleare non avviene (vedi sopra) spontaneamente perché, di norma, due nuclei, possedendo entrambi carica elettrica positiva, tendono a respingersi. Per farli fondere occorre perciò forzarli in condizioni favorevoli: i due nuclei devono infatti essere il più vicino possibile e muoversi l'uno verso l'altro con velocità molto elevate, raggiungibili riscaldando i componenti a temperature di diverse centinaia di milioni di gradi (per questo la bomba all'idrogeno è chiamata anche "termonucleare). Una volta raggiunta la temperatura critica ha inizio la fusione, dopodiché l'energia sviluppata mantiene la temperatura e di conseguenza la reazione fino a che tutto il materiale fusibile sia stato impiegato. L'intero processo è così veloce da essere considerato quasi istantaneo.

Nella bomba H, benché chiamata "all'idrogeno" non viene impiegato l'idrogeno ma i suoi isotopi, il deuterio e il trizio. Il primo si trova in natura sotto forma di ossido o "acqua pesante" nella proporzione di circa una parte per 5000 di normale acqua, dalla quale può essere estratto e purificato; il secondo, che è radioattivo, non esiste in natura se non in piccolissime quantità e deve essere prodotto artificialmente nei reattori nucleari, bombardando con neutroni il litio 6, che si scinde formando elio e trizio.Le prime bombe H consistevano di una bomba A con una certa quantità di isotopi di idrogeno in forma liquida; la bomba A fungeva da innesco poiché forniva il calore necessario ad iniziare la reazione di fusione. Gli isotopi di idrogeno erano impiegati allo stato liquido perché in un liquido gli atomi sono più vicini l'uno all'altro che in un gas; tuttavia, poiché gli isotopi liquidi dell'idrogeno sono molto instabili e pericolosi, questo tipo di bomba non poteva essere conservato con sufficiente garanzia di sicurezza.

Le moderne bombe H sono formate fondamentalmente da una bomba A (innesco) circondata da uno strato di deuteruro di litio, un composto di deuterio e litio-6, che ha due funzioni principali: mantenere molto vicini i nuclei di deuterio (gli atomi sono compatti in un solido ancor più che in un liquido) in modo che si trovino in una posizione favorevole per subire la fusione al momento della somministrazione del calore; consentire, per effetto del bombardamento

del litio-6 con neutroni (forniti dalla bomba A) la produzione di trizio, il quale può così partecipare alla reazione di fusione con il deuterio.

La potenza esplosiva di una bomba H è molto maggiore di quella di una bomba A per due ragioni principali. In primo luogo, poiché l'idrogeno è il più leggero degli elementi, una certa massa di deuterio o di trizio contiene molti più atomi di una equivalente massa di uranio o di plutonio e così, a parità di peso, vi sono più nuclei di deuterio trizio disponibili per la fusione di quanti sono quelli di uranio o plutonio suscettibili di fissione. In secondo luogo, dato che per la fusione termonucleare non esistono problemi di massa critica, non si hanno limiti alla quantità di sostanze reagenti e quindi, teoricamente, la potenza ottenibile è pressoché illimitata. In una bomba A la reazione a catena riesce a sostenersi solo se è presente una certa massa di materiale fissile, ma quando la bomba esplode, una buona parte di questo viene espulsa senza essere stata utilizzata e, dato che non esiste più la massa necessaria, la reazione a catena si interrompe. Nella bomba H invece, la fusione continuerà finché sarà disponibile del materiale anche in piccole quantità, purché la temperatura sia sufficientemente elevata. La grandezza di una bomba H è perciò limitata solo dal peso trasportabile da un aereo o da un missile.

La prima bomba termonucleare fu sperimentata dagli USA il 1° novembre 1952 sull'atollo di Bikini ed ebbe una potenza esplosiva di 6 MT. L'URSS sperimentò la sua il 21 agosto 1953. La bomba più grande mai fatta esplodere fu quella sovietica del 30 agosto 1961, la cui potenza fu valutata in 60 MT.

La "*Bomba a neutroni*" – N – L'ultima arma che si è aggiunta alla panoplia nucleare è la cosiddetta bomba a neutroni o N, la cui sigla ufficiale è ERW (da Enhanced Radiation Warhead: testata a radiazioni intensificate). In pratica si tratta di una bomba termonucleare di ridotta potenza (da 1 a 10 kT) che affida i suoi effetti devastanti non all'urto meccanico e all'accelerazione termica (cioè allo spostamento d'aria ed al calore) come negli ordigni termonucleari tradizionali, ma all'azione, notevolmente accresciuta, delle radiazioni "gamma" – radiazioni di natura non corpuscolare, di grande forza penetrativa, emesse dai nuclei atomici dopo l'emissione di particelle "alfa" (particelle fornite di carica elettrica positiva emesse dai nuclei delle sostanze radioattive) e "beta" (elettroni animati da velocità prossima a quella della luce emessi da nuclei radioattivi) – e dei neutroni. Mentre in una bomba H di qualche kT l'energia viene emessa sopratutto sottoforma di energia d'urto (50%) e termica (35%), con il solo 5% di radiazioni iniziali e il 10% di radiazioni successive, nella bomba N le radiazioni, cioè i neutroni e le radiazioni gamma, vengono portate all'80% e tutte le altre forme di energia ridotte al restante 20%. Lo scoppio ridotto della bomba N distrugge ugualmente uomini e cose in un raggio di 200 metri, ma in un'area più vasta colpisce solo le persone con gli effetti radioattivi che, essendo di breve durata, consentono l'occupazione della zona colpita.

La "*Bomba a fissione-fusione-fissione – 3F*". La bomba 3F, rimasta, a quanto pare, allo stato di progetto, è una bomba estremamente "sporca" perché produce notevoli quantità di scorie radioattive: rivestita con uno strato di uranio 238 che, oltre a costituire una specie di contenitore per la bomba permettendo alla reazione di durare più a lungo, quando viene bombardato dai neutroni veloci generati dalla fusione, diviene un ulteriore sorgente di energia di fissione.

L'*esplosione nucleare e la sua evoluzione.* Un'enorme lampo di luce indica

la detonazione di un'arma nucleare. Entro un milionesimo di secondo dalla detonazione si vengono a creare altissime temperature e pressioni. Le massime temperature ottenute sono dell'ordine di parecchie decine di milioni di gradi; questo enorme calore trasforma tutto il materiale della bomba in gas; al momento dell'esplosione i gas sono confinati nell'aria originariamente occupata dai componenti dell'arma, come risultato vengono prodotte enormi pressioni di oltre un milione di volte la pressione atmosferica. I residui estremamente caldi dell'arma irradiano grandissime quantità di energia, primariamente come "raggi X" (radiazioni ionizzanti capaci di attraversare i corpi e di essere assorbiti da questi in maniera differenziata in funzione della loro struttura e numero atomico) che vengono assorbiti dall'atmosfera che circonda l'arma. Questo porta alla formazione di una massa sferica di aria incandescente, conosciuta come "palla di fuoco". La palla di fuoco di un'arma nucleare di 1 MT potrebbe apparire ad un osservatore lontano 50 miglia più brillante del sole di mezzogiorno. A causa delle caratteristiche della trasmissione della luce nell'aria, il lampo di un'esplosione nucleare atmosferica può essere visto da una distanza di 400-700 miglia.

Immediatamente dopo la sua formazione, la palla di fuoco aumenta di dimensione e la sua temperatura diminuisce per l'aumento della massa, contemporaneamente sale verso l'alto. Entro un millisecondo dalla detonazione, la palla di fuoco di una bomba da 1 MT è di circa 180 metri di diametro e aumenta a circa 1800 metri entro dieci secondi, il tutto sale verso l'alto ad una velocità di 90 metri al secondo. Quando la palla di fuoco aumenta di dimensioni e di raffreddamento, i vapori si condensano e formano una nube contenente particelle solide di frammenti dell'arma e goccioline d'acqua risucchiate dalla palla di fuoco in ascesa. Il movimento ascensionale della palla di fuoco attraverso l'atmosfera provoca la modifica della sua forma da sferica a fungo. La circolazione muove più aria attraverso la parte bassa del fungo e si vengono a formare correnti che risucchiano rottami, detriti ed altri elementi della superficie della terra verso l'interno della nube radioattiva.

La velocità con la quale la nube radioattiva continua ad ascendere dipende dalle condizioni meteorologiche e dalla potenza esplosiva. Da un'esplosione da 1 MT la nube provocata sarebbe alta 3 miglia in 30 secondi e raggiungerebbe le 5 miglia in circa un minuto. Quando la nube a fungo raggiunge il limite massimo dell'atmosfera, tende a diffondersi lateralmente, ma se la potenza esplosiva è grande e rimane sufficiente energia, si può spingere oltre.

La *potenzialità esplosiva* delle armi nucleari ha subito diverse modifiche. Almeno dall'esplosione della prima bomba H si sono fatti grandi sforzi verso tre direzioni. Primo, sono stati fatti tentativi, riusciti, per produrre armi a basso potenziale in modo da poter essere usate relativamente (nelle vicinanze delle proprie truppe per esempio). Secondo, lo sviluppo si è concentrato sulla massimizzazione di alcuni degli effetti delle armi nucleari, come la potenza esplosiva e sulla minimizzazione di altri come le radiazioni, o viceversa. Terzo, e tecnologicamente più difficile, le bombe sono state progressivamente miniaturizzate. Comprensibilmente, le informazioni riguardo questo punto sono fra le più segrete. Ciononostante, si è a conoscenza che se la bomba originaria lanciata su Hiroshima pesava circa 5 tonnellate ed aveva una potenza di 20 kT, oggi esistono bombe di peso inferiore ai 500 kg. con una potenza di 200 kT. Al tempo

della loro prima apparizione, le dimensioni ed il peso delle armi nucleari le rendevano trasportabili soltanto da bombardieri pesanti; da allora la loro miniaturizzazione le ha rese trasportabili anche da molti differenti veicoli, compresi i caccia-bombardieri, i missili balistici, i missili da crociera e granate d'artiglieria, infatti, la carica esplosiva più piccola è equivalente a uno o due kT ed anche meno. Per fare un paragone, le bombe cilindriche antidiga della Seconda Guerra Mondiale contenevano soltanto 10 tonnellate di tritolo.

Gli *effetti di un'esplosione nucleare.* Gli effetti distruttivi di un'arma nucleare si allargano dal "punto zero", il punto della terra sul quale detona l'arma. Le condizioni climatiche e atmosferiche sul bersaglio, l'altezza dell'esplosione e la configurazione geografica del bersaglio, tutte influenzano il grado di distruzione, così che le informazioni seguenti devono essere considerate soltanto come approssimate.

Gli effetti immediati di un'esplosione nucleare sono lampo di luce, calore, scoppio, impulsi elettromagnetici, radiazioni ionizzanti, pioggia radioattiva, in proporzioni dipendenti dal tipo d'arma e da dove avviene detta esplosione – nell'aria, nel sottosuolo o sott'acqua.

- Lampo di luce – La prima manifestazione di un'esplosione nucleare da 1 MT è un'abbagliante lampo di luce. Chiunque osservasse il lampo sarebbe temporaneamente accecato fino a una distanza di 160 km. , specialmente se l'esplosione avvenisse di notte quando le pupille sono alla loro maggior dilatazione.
- Calore – L'esplosione di un'arma nucleare provoca un aumento della temperatura pari a quella del centro del sole, particolarmente nella prima fase della formazione della palla di fuoco. Questo calore si diffonde ad una velocità di 300 milioni di metri al secondo e vaporizza quasi tutte le sostanze immediatamente al disotto del punto di detonazione e fino ad un'altezza di 4-5 km. dal punto zero sulla terra. Gli esseri umani vengono carbonizzati e molti materiali prendono fuoco spontaneamente fino a 13 km. di distanza nella risultante tempesta di fuoco provocata dagli innumerevoli incendi che si uniscono fino a creare un'unica colonna di gas ad altissima temperatura che sale verso il cielo e che, a sua volta, produce trombe di vento alla sua base le quali assorbono l'ossigeno e risucchiano i detriti con temperature che superano i 1000°C. Questa tempesta di fuoco potrebbe apparire, in certe condizioni climatiche, come quelle verificatesi durante i bombardamenti della RAF su Amburgo nel 1943. Le persone sorprese all'aperto dai 13 ai 18 km. di distanza subiscono severe ustioni e ustioni di primo grado subiscono coloro che si trovano dai 18 ai 32 km. dal punto zero.
- Scoppio – Gli effetti distruttivi principali di armi di questo tipo sono dovuti alle enormi sovrapressioni causate dallo scoppio e dalle onde d'urto. Approssimativamente, la metà dell'energia totale dell'esplosione è dispersa dallo scoppio che si diffonde ad una velocità maggiore della velocità del suono. Ad una distanza di circa 2 km. dal punto zero la sovrapressione è intorno a 30 volte maggiore di quella atmosferica ed è letale per un raggio di 5 km. Sotto queste pressioni, soltanto zone sotterranee specialmente protette con rinforzi di cemento possono probabilmente sfuggire ad un alto livello di danneggiamento; quasi tutte le strutture in mattoni vengono completamente distrutte fino ad un raggio di 6 km. Questo alto livello di distruzione si verifica nei quindici secondi che l'onda di scoppio impiega per diffondersi fino a 7 km.

Una velocità del vento fino a 1100 km/h peggiora il danno provocato dallo scoppio; queste due ondate, arrivando simultaneamente nello stesso luogo, possono probabilmente raddoppiare la sovrapressione in quel punto. In esperimenti di esplosioni nucleari è stato riscontrato che, in alcune occasioni, l'onda di scoppio può raggiungere la stratosfera. Alcuni minuti più tardi lo scoppio si riflette verso la terra frantumando finestre fino a distanze di centinaia di chilometri.
- Impulsi elettromagnetici – Gli impulsi elettromagnetici prodotti dall'esplosione nucleare provocherebbero un caos estremo nella nostra civiltà moderna. Sistemi di comunicazione, telefonici, radio e televisione, radars, computers, centrali e linee elettriche sarebbero gravemente danneggiati. Se l'esplosione si verificasse a terra, il danno potrebbe essere limitato ad un'area relativamente piccola, ma se avvenisse nell'aria, la forza degli impulsi sarebbe così potente che questi sistemi potrebbero essere danneggiati per enormi distanze.
- Radiazioni e pioggia radioattiva (fallout) - Al momento dell'esplosione vengono prodotte differenti miscele di neutroni da radiazione, raggi X, raggi gamma, particelle alfa e beta. I neutroni sono più pericolosi per il corpo umano ma non si propagano come i raggi gamma. Il quantitativo di radiazioni gamma diminuisce in proporzione del quadrato della distanza dalla fonte, combinato con gli effetti di assorbimento della materia attraverso la quale si propaga. Quando l'onda di scoppio si allarga, la densità dell'aria dietro il fronte si abbassa e i raggi gamma che si propagano attraverso di essa sono meno attenuati. Tuttavia, gli effetti della radiazione diminuiscono con la distanza molto più rapidamente degli altri effetti: un'arma nucleare di un MT può produrre 200.000 raggi alla distanza di un chilometro, a due chilometri il quantitativo si riduce a 700 raggi, tenendo presente che 4500 raggi possono essere letali per il 50% di adulti sani. Ma quest'area mortale è la stessa dove si producono anche gli effetti dello scoppio e del calore, di conseguenza gli esseri umani soggetti all'esplosione di una bomba di un megatone possono essere uccisi tre volte di seguito. Per le armi più piccole è vero il contrario: la proporzione delle radiazioni rispetto alle onde di scoppio e di calore diventa maggiore e questo è il principio della bomba N (ai neutroni). Quando la potenza è così piccola che le radiazioni letali sono maggiori degli effetti dello scoppio e del calore, l'area complessivamente interessata è inferiore ad un raggio di circa 2 chilometri.

Un'esplosione nucleare libera una serie di isotopi radioattivi dai prodotti della sua stessa fissione, dalla radioattività prodotta dal bombardamento dei neutroni sui materiali dell'arma, dal plutonio e dall'uranio che non sono sottoposti a fissione e dal trizio della reazione di fusione. Complessivamente, nella fissione si vengono a creare circa 300 differenti prodotti radioattivi con una vita media che dura da una frazione di secondo a milioni di anni. La vita media di una sostanza radioattiva è il tempo necessario al livello di radioattività di decadere del 50%.

Nel frattempo, lo scoppio ed il calore hanno polverizzato il bersaglio riducendolo ad un'ardente nube di polvere e cenere. Nel mentre la nube si raffredda, gli isotopi stabili della fusione cominciano a formarsi in particelle a forma di sigaro che cadono sulla terra abbastanza rapidamente secondo la direzione del vento e la pioggia produce gocce ad alta temperatura. Le particelle più piccole vengono trasportate in alto nell'atmosfera. Quelle che entrano nella troposfera

si spostano attorno al mondo in circa 12 giorni e si trattengono in larga misura precipitando poi in pioggia o neve per parecchi mesi. Tuttavia, il grosso delle particelle sarà confinato in una fascia relativamente stretta incentrata sulla zona del bersaglio. Più graduale la discesa, minore la radioattività, poiché la maggior parte delle particelle si saranno disintegrate prima di raggiungere il terreno.

Le ancor più piccole particelle che raggiungono la stratosfera, oltre i 25.000 metri, incominceranno a precipitare dopo parecchi anni e si distribuiranno abbastanza uniformemente fra gli emisferi, ma la maggior parte della pioggia radioattiva tenderà a cadere nell'emisfero dove è avvenuta l'esplosione. Ipotizzando una guerra che avesse coinvolto gli Stati Uniti e l'allora Unione Sovietica o una cosiddetta guerra nucleare "limitata" in Europa, la massima deposizione di particelle si sarebbe verificata su una latitudine di 45° attraverso gli Stati Uniti settentrionali, l'Europa centro-meridionale, l'Unione Sovietica meridionale e il Giappone. Così gli abitanti di Bordeaux avrebbero ricevuto lo stesso quantitativo di pioggia radioattiva a lungo termine prodotta da un'esplosione sulla base navale strategica USA di Bremerton, sul Pacifico o sulla base di sottomarini atomici sovietici a Kamciatka sul Pacifico. La persistenza della pioggia radioattiva dipenderà sempre dalle condizioni meteorologiche e climatiche.

Gli effetti sul corpo umano sono molteplici: il danno al tessuto biologico è prodotto dagli elettroni già nel tessuto che assorbe energia dalle radiazioni in arrivo. Le conseguenze per le cellule individuali dipendono dall'energia ricevuta dai loro componenti sensibili, il nucleo ed il materiale genetico, i cromosomi e i geni. I tessuti più sensibili sono il tessuto linfatico, il midollo osseo, la milza, i testicoli e l'apparato gastrointestinale. Saranno interessati anche gli animali, mentre la capacità delle sementi di germinare può essere distrutta e i raccolti cresciuti su terreno contaminato conterranno gli isotopi più persistenti. Insetti, batteri, funghi e virus sono altamente resistenti alle radiazioni e possono proliferare in un fecondo ambiente di corpi insepolti e acqua non pura.

Gli effetti delle radiazioni variano a seconda della combinazione delle particelle in esse contenute; vi sono quattro tipi di radiazioni: alfa, beta, gamma e neutroni.

Una particella "alfa" consiste di due protoni e due neutroni. È identica ad un nucleo di elio in quanto ha una massa di quattro unità ed una carica elettrica di due unità positive. Benché siano pesanti, le particelle alfa si deteriorano rapidamente attraversando l'aria, così è improbabile che percorrano più di 500 metri dal punto di detonazione di un'esplosione in aria verso il terreno. Un'esplosione sul terreno sarebbe molto più pericolosa perché, sebbene le particelle alfa possano penetrare soltanto un millimetro nel tessuto umano, sono dannose se inalate o ingerite.

Una particella "beta" ha una massa e una carica elettrica uguali a quelle di un elettrone (cioè negativa). Come le particelle alfa, esse hanno una durata limitata quando passano attraverso l'aria e sono molto pericolose se inalate o ingerite e possono provocare ustioni sulla pelle.

I raggi "gamma" sono radiazioni elettromagnetiche di alta fotoenergia, non avendo massa o carica. Non sono diversi dai raggi X, ma poiché la loro lunghezza d'onda è più corta, sono molto più energetici. Raggi gamma concentrati possono penetrare parecchi centimetri di cemento, così viene offerta scarsa re-

sistenza dai tessuti umani nei quali provocano un rilascio di elettroni dagli atomi del corpo. La palla di fuoco di un'esplosione nucleare produce un intenso impulso di raggi gamma e la pioggia di polvere radioattiva rilascia continuamente queste radiazioni.

Un "neutrone" è una particella neutra con nessuna carica elettrica. I neutroni possono passare attraverso la carne interagendo con le particelle atomiche del corpo causando così ulteriori radiazioni.

Le radiazioni sono una continua presenza nel mondo. In aggiunta ai raggi cosmici delle stelle ed agli elementi radioattivi nella terra che interessano le risorse alimentari, gli esperimenti nucleari ed i centri nucleari rilasciano isotopi nell'atmosfera. Queste radiazioni ambientali sono trascurabili se paragonate all'enorme impulso di radiazioni provocato al momento dell'esplosione di un ordigno nucleare e ai risultanti prolungati pericoli di contatto con la pelle o inalazione di "fallout" e dai generi alimentari e dall'acqua irradiati. Il pericolo persiste per metà della vita del materiale radioattivo che può variare enormemente.

La radiazione è un assassino lento, furtivo e insidioso, poiché è indistinguibile da ognuno dei cinque sensi, un essere umano può riceverne una dose mortale senza esserne consapevole. La morte può essere istantanea o seguire dopo giorni di gravi sofferenze.

Poiché le radiazioni modificano le cariche elettriche contenute nei tessuti umani, creando ioni(atomi o gruppi atomici che hanno assunto o perso elettroni acquistando perciò una carica elettrica positiva o negativa), talvolta sono chiamate "radiazioni ionizzanti". Le radiazioni alterano la natura degli enzimi che iniziano e mantengono le vitali reazioni chimiche nel corpo necessarie a tenerlo in vita. L'effetto immediato delle radiazioni ionizzanti è l'iniezione di eccessiva energia nelle cellule vitali; più particolarmente sono interessate quelle cellule che si riproducono rapidamente: le cellule che rivestono l'apparato digestivo si moltiplicano continuamente a ritmo veloce così che l'intestino è immediatamente interessato. Sintomi iniziali, che includono nausea, vomito e diarrea, si possono verificare nel giro delle prime ore dalla ricezione di una dose di radiazioni ionizzanti. Se la dose è stata intensa, le radiazioni provocano un rapido indebolimento ed esaurimento; febbre e delirio seguenti portano alla morte entro una settimana. Se la dose è stata piccola e i sintomi iniziali scompaiono, la persona colpita può sentirsi moderatamente bene, ma stanca svogliata e senza appetito. Due settimane più tardi si verificano altri sintomi, come perdite di capelli, emorragie nella pelle, specialmente nella bocca, con spaccature facili e perdite di sangue delle gengive; la mancanza di appetito provoca perdite di peso e febbre.

Il midollo osseo, essenziale per la produzione del sangue, è particolarmente sensibile alle radiazioni. Dalla diminuzione di globuli rossi ne risulta anemia, mentre è menomata la produzione di globuli bianchi. La perdita di globuli bianchi, che aiutano a combattere le infezioni e che sono anche necessari per prevenire le emorragie, lasciano la vittima sensibile al pericolo di sanguinare a morte. I linfociti, prodotti nei nodi linfatici e nella milza, gli organi che producono anticorpi, sono anch'essi menomati dalle radiazioni. Con le difese naturali del corpo contro le malattie notevolmente ridotte, la vittima di radiazioni, che sembra aver recuperato dai sintomi iniziali, può essere soggetta a morte im-

provvisa per un'infezione che causerebbe danni minori ad una persona sana.

Il più significativo effetto a lungo termine, tuttavia, è probabilmente un'aumentata incidenza di leucemia, una progressiva e solitamente fatale infermità nella quale i globuli bianchi del corpo diventano sempre più numerosi. L'incidenza di questa infermità aumenta rapidamente in tutti coloro che sono stati esposti a più di 100 "rem" (unità di misura del danno biologico provocato nell'organismo dall'assorbimento di radiazioni).

A parte la pioggia radioattiva, la grande distruzione di città e i vasti incendi di foreste possono produrre un oscuro pulviscolo nell'atmosfera che segue la sua dinamica. La distruzione di centrali nucleari, depositi di armi nucleari e navi da guerra a propulsione nucleare, può disperdere materiale radioattivo sul suolo e nei mari. Il collasso di strutture sanitarie ed economiche può esporre i sopravvissuti alla fame, alle malattie, all'agonia psicologica. Ogni boccone di cibo ed ogni sorso d'acqua possono significare l'ingestione di materiale contaminato che si irradierà nel corpo dall'interno.[1]

La fine della "guerra fredda" ha affievolito – ma non eliminato – la minaccia dell'impiego di armi nucleari. Nei depositi delle nazioni che hanno ammesso di possedere tali armi (oltre alla ex-Unione Sovietica e gli Stati Uniti sono la Francia, la Gran Bretagna e la Cina) giacciono migliaia di testate nucleari con i relativi vettori.

Secondo i recenti accordi, la Russia e gli Stati Uniti ridurranno, entro i primi anni del 2000, il numero di testate nucleari a 3000 ciascuno(sufficienti comunque a distruggere parecchie volte la terra).

Ma, oltre a queste, quasi tutte le nazioni industrializzate e tecnologicamente avanzate dispongono di centrali di produzione di energia nucleare per uso civile e non vi è alcun dubbio sulla stretta correlazione fra energia nucleare civile e militare. Il possesso di energia nucleare civile consente agli operatori l'accesso all'energia nucleare militare: in primo luogo per il possesso di materiale fissile; secondo, la disponibilità di laboratori di produzione ed infine la presenza di personale addestrato e specializzato.

Oltre alle suddette, le nazioni nelle quali, secondo notizie in nostro possesso, esistono centrali di produzione di energia nucleare "civile" sono: la Svizzera, la Germania, il Canada, la Svezia, l'Argentina, il Brasile, la Libia, l'Egitto, il Sudafrica, Israele, l'Iraq, il Pakistan, l'India, la Corea del Sud e Taiwan. Non è escluso, tuttavia, che ne esistano delle altre e non è neanche esclusa, dati i potenziali conflitti in diverse zone del nostro pianeta, la minaccia dell'impiego di armi nucleari come estrema rappresaglia contro un'invasione.

Per concludere con una considerazione meno apocalittica riguardo la tecnologia nucleare e per chiarire alcuni dubbi che hanno impedito all'Italia – circondata comunque da centrali nucleari per uso civile – di costruirle e attivarle, desideriamo far presente che i reattori non possono esplodere come bombe: anche nel caso di un troppo rapido aumento di energia erogata, tutto si riduce a un

[1] C. Chant e I. Hogg: "The Nuclear War File" – Ebury Press National Magazine House, London, 1983 pp. vv. C. Campbell: "Nuclear Weapons"Hamlin Publishing Group Ltd. , Feltham, Middlesex, England 11984 pp. vv.

aumento della radioattività che le difese previste sono sufficienti a contenere. Il problema non risolto è quello dei residui radioattivi, le scorie "incombuste" che rimangono dopo la reazione e che non sono tutte trasformabili in qualcosa di utile. Seppellirle nella terra, depositarle sul fondo degli oceani può essere una soluzione; ma è una soluzione tale da poter essere adottata per secoli e per quantità sempre maggiori di scorie? Non bisogna dimenticare, comunque, la nuova specialità della medicina nucleare che mira a proteggerci dai pericoli delle radiazioni e ad utilizzarle.

La coscienza ecologica, così dinamicamente attiva contro i reattori, ha reso più difficile la soluzione del problema dell'energia; pur non rinunciando a quella nucleare (si tratta di scegliere con più cautela i siti per impiantare i reattori) i governi, dappertutto, hanno intensificato le ricerche di altre fonti "pulite", come l'energia solare, quella eolica, quella delle maree e quella geotermica.

Tutti i nostri problemi energetici sarebbero risolti se si riuscisse finalmente a domare l'energia di fusione, quella che si trova nel sole e nelle altre stelle, nonchè nella bomba all'idrogeno; infatti avremmo in tal modo come fonte di combustibile l'acqua di cui vi è un'enorme disponibilità. Il principio è noto: dall'unione di due nuclei leggeri si ottiene un nucleo pesante, più energia. Ma per far avvenire questa reazione bisogna raggiungere prima temperature di milioni di gradi; poiché nessun recipiente materiale potrebbe contenere, senza vaporizzarsi all'istante, i gas allo stato di plasma partecipanti a tale reazione, si è pensato di racchiuderla in una "bottiglia magnetica", cioè in un campo magnetico che potrebbe essere generato con l'impiego di superconduttori. La difficoltà di realizzazione spiega perché questo tipo di reazione sia stato impiegato finora solo a scopi distruttivi, cioè per la bomba H. Non esiste ancora un progetto pilota per produrre energia in questo modo, anzi, malgrado la scienza ci abbia abituati ad una serie interminabile di vittorie, non è assolutamente certo che la reazione di fusione verrà controllata e meno che mai si può dire quando questo potrebbe avvenire.

Quel giorno, veramente, si aprirebbe una nuova era nella storia, tanto più che questo tipo di reazione non lascia residui radioattivi e quindi non minaccia l'ambiente: il problema dell'energia sarebbe risolto una volta per sempre.[2]

Tecnologia spaziale

La tecnologia spaziale, iniziata dopo la Seconda Guerra Mondiale, è sempre stata una delle priorità delle due superpotenze. Ma, mentre i sovietici sembrarono concentrarsi maggiormente nella sfera militare con satelliti da ricognizione di vita breve, gli americani si diressero in tutti i campi con considerevole accentuazione su applicazioni civili per cartografia, navigazione e comunicazioni, molte delle quali, ovviamente, avevano anche usi militari. Infatti, i programmi spaziali delle due nazioni, con lanci a scopo militare, rappresentarono approssimativamente un terzo del totale dei lanci degli USA e tre quarti di quelli dell'Unione Sovietica.

---

[2] A. Mondini: op. cit. – vol. IV pp. 710-711

La micro-tecnologia e l'utilizzazione di un'immensa gamma di materiali leggeri sfruttati alle estreme condizioni, come leghe di titanio, fibre sintetiche e di carbonio, consentirono la costruzione di satelliti artificiali in grado di ispezionare dallo spazio, rapidamente e nei dettagli, ogni centimetro della superficie terrestre ed esaminare anche le profondità dell'oceano.

Un *satellite artificiale* è un corpo pesante che ha ricevuto una spinta iniziale verso il cielo così forte da raggiungere un'altezza tale da immettersi in un'orbita prestabilita beneficiando delle stesse leggi di equilibrio che mantengono nelle loro orbite i corpi celesti. L'equilibrio è mantenuto non già perché i satelliti siano fuori dal campo gravitazionale, ma perché il loro peso è esattamente controbilanciato dalla forza centrifuga che nasce dal moto circolare intorno alla Terra.

Per collocare un satellite in orbita è necessaria una velocità di circa 30.000 km/h (poco meno di 9 km. al secondo). Se il satellite è lanciato ad una velocità inferiore ricade al suolo. Inoltre esso deve raggiungere un'altezza d'orbita di 180 e più chilometri per impedire che l'attrito con la densità dell'atmosfera a livelli più bassi lo surriscaldi al punto di distruggerlo. Ad un'altezza di 180-200 km. l'atmosfera è sufficientemente rarefatta per consentire al satellite in orbita di compiere le rotazioni intorno alla Terra non essendovi, nel vuoto degli alti spazi, la resistenza dell'aria. L'orbita di un satellite a un'altezza di 180 km. è chiamata "orbita a bassa altezza". Per compiere quest'orbita al satellite sono necessari 90 minuti. I satelliti in un'orbita più alta la compiono più lentamente in un percorso più lungo e quindi impiegano maggior tempo. Se un satellite è in un'orbita maggiore, la forza di attrazione della Terra (gravità) è più debole, perciò è sufficiente una velocità iniziale inferiore per impedire la sua ricaduta al suolo. La Luna, che orbita intorno alla Terra ad un'altezza di 384.000 km. , compie la sua orbita in un mese.

Fra l'orbita di 90 minuti di un satellite a bassa altezza e quella di un mese della Luna, vi può essere l'orbita di un satellite il cui periodo di tempo di rotazione attorno alla Terra è esattamente di 24 ore. L'altezza richiesta per un'orbita di 24 ore risulta essere di 36.000 km. e deve essere mantenuta costante; ciò significa che essa deve essere rigorosamente circolare contrariamente alle altre orbite che sono ellittiche. Per immettere dei satelliti in un'orbita così alta, si lanciano questi su un'orbita allungata e poi, giunto il satellite in apogeo, si accende con un telecomando un motore che gli dà una spinta esattamente orizzontale, accelerandolo fino a che esso ha raggiunto l'esatta velocità. Le orbite di 24 ore sono particolarmente interessanti per la pratica applicazione dei satelliti perché un satellite in tale orbita ruota attorno alla Terra alla stessa velocità con la quale essa ruota attorno al suo asse. Muovendosi in sincronismo con la terra, esso si mantiene costantemente a perpendicolo su un preciso punto della superficie terrestre. Un'orbita di 24 ore è denominata "geosincrona" o "geostazionaria". Di norma, in orbita geosincrona sono messi i satelliti per comunicazioni; per esempio, parecchi satelliti geosincroni si librano sul centro dell'Oceano Atlantico collegando l'Europa con l'America.

I satelliti geosincroni hanno anche importanti impieghi militari: essi sostengono tre quarti delle comunicazioni militari degli Stati Uniti. Durante la guerra fredda avevano anche il compito di segnalare i lanci dei missili sovietici individuando le fiammate di scarico dei razzi da un'orbita che forniva un continuo controllo sui campi missilistici sovietici. Parliamo e parleremo di queste tecnologie riferendoci

al periodo della guerra fredda, ma certamente gli Stati Uniti e la Russia non hanno abbassato la guardia.

Un cosiddetto satellite "Early Warning" (di preavviso) si trovava sull'Oceano Indiano e seguiva le tracce di missili lanciati dall'Unione Sovietica e dalla Cina; due altri satelliti, sopra l'America Meridionale e l'Oceano Pacifico, provvedevano la sorveglianza dei missili lanciati dai sottomarini. Questi satelliti, realizzati in diverse serie sempre più perfezionate, avevano – ed hanno – a bordo un telescopio ad infrarossi lungo 3,63 metri con un'apertura di 0,91 mt.; nel centro del telescopio vi è un'apparecchiatura con 2000 cellule di solfuro di piombo, ognuna delle quali "vede" una zona della Terra di circa 3 km. di larghezza; la sensibilità di una cellula può essere modificata per l'identificazione di una fonte di infrarossi, cioè accertare se è un razzo o una fonte sul terreno, quale, per esempio, un incendio in una foresta.

Il satellite ruota ad un ritmo da 5 a 7 rivoluzioni al minuto e il suo telescopio centra una particolare località sulla Terra ogni 8-12 secondi. Mediante il rilevamento della posizione di una fonte di infrarossi su un certo numero di individuazioni, determina se si tratta di un missile in volo o di una fonte stazionaria. L'identificazione della fonte richiede 50-60 secondi ed il preavviso di un attacco può essere inviato a terra entro 90 secondi dal lancio del missile. I segnali sono inviati via radio ad un centro di controllo in Australia o ad un altro nel Colorado, poi al NORAD e al SAC. Le tracce dei missili possono essere seguite fino al funzionamento del loro stadio finale, quando sono già nel raggio d'azione dei radars di preavviso.

Satelliti di preallarme sono stati naturalmente lanciati anche dall'Unione Sovietica. Questi satelliti usavano un'orbita ellittica inclinata – da 39.000 a 600 km. – con l'apogeo sull'emisfero settentrionale. I sensori infrarossi a bordo del satellite potevano ricevere segnali da tutto il continente americano. la sua orbita consentiva un periodo di osservazione di 5-6 ore sugli USA ogni giorno e la rotazione della Terra provocava l'apogeo sull'URSS nella seconda orbita del satellite.

I satelliti hanno molti altri impieghi militari in aggiunta a quello della sorveglianza dei lanci dei missili, uno di questi è quello della *ricognizione*. Alcuni satelliti in orbite molto basse sono dotati di macchine fotografiche e di telecamere per osservare le attività militari e industriali in URSS (oggi CSI). Essi controllano la produzione di carri armati e aeroplani, i movimenti di truppe, le località dove si trovano i silos missilistici, le basi dei sottomarini e gli aeroporti militari. Possono segnalare dove sono immagazzinate le testate nucleari; segnalano fabbriche segrete di nuove armi e missili nascosti e gli speciali centri di comando corazzati destinati a proteggere l'élite sovietica dalla rappresaglia americana. (Il governo sovietico aveva costruito più di 1500 bunkers supercorazzati, situati lontani dalle aree urbane, con proprie comunicazioni, per 175.000 capi sovietici ed alti funzionari).

Alcuni satelliti militari sovietici ruotano ben più bassi di 180 km. Le loro immagini fotografiche e televisive sono abbastanza chiare da leggere le targhe delle automobili. Tuttavia, le opportunità per buone riprese sono relativamente rare: le migliori immagini sono ricavate in giorni sereni intorno alle 11 del mattino, ma l'Europa orientale è coperta di nubi per due terzi del tempo; i satelliti americani però possono ottenere immagini a luce infrarossa, ciò significa che

sono in grado di prendere fotografie di notte; gli ultimi modelli di satelliti americani sono dotati di nuovi tipi di radars che possono inviare immagini chiare di terreno completamente coperto dalle nubi.

I satelliti da ricognizione hanno subito diverse modifiche fino a raggiungere il più alto livello di sofisticazione. Qui di seguito accenneremo brevemente i particolari delle apparecchiature delle due superpotenze.

Gli Stati Uniti usano attualmente due differenti tipi. Uno è il "Big Bird" (Grande Uccello), lanciato per la prima volta nel 1971 da un missile "Titan D" in un'orbita di 250-160 km. ; è lungo circa 15 metri con un diametro di circa 3 metri e il suo peso è di oltre le 13 tonnellate. Il "Big Bird" rappresenta una pietra miliare in quanto combina funzioni che precedentemente richiedevano due tipi di satellite: uno di ricerca e localizzazione dei bersagli e l'altro l'esame di questi con apparecchiature ottiche ad alta risoluzione. Pellicole in cineprese di ricerca e localizzazione sono sviluppate a bordo e trasmesse via radio ad una stazione sulla terra. Se viene scoperto qualcosa di interessante, questo può essere rifotografato dal sistema ad alta risoluzione entro pochi giorni; tale sistema è in grado di indentificare personale e veicoli su di una strada o su di una pista d'aeroporto. Per ottenere questi risultati è tuttavia necessario che le pellicole vengano inviate sulla Terra: a questo scopo sono previste quattro "capsule di rientro" che, a intervalli predeterminati, vengono "deorbitate" per essere catturate ad una certa altezza da uno speciale aereo che, con una speciale attrezzatura a forma di trapezio, aggancia il paracadute e "pesca" in una rete la capsula. Questo è il satellite che, come sopra detto, ha la capacità multispettrale di scoprire installazioni mimetizzate e sotterranee e dispone di un dispositivo a raggi infrarossi per il controllo dell'attività notturna.

L'altro satellite è il "Key Hole 11" (Buco della serratura) lanciato per la prima volta nel dicembre 1976 con lo stesso veicolo del "Big Bird" ma messo in un'orbita più alta (500-250 km.). Differisce da tutti gli altri satelliti da ricognizione in quanto può fare a meno di film trasmessi con segnali digitali. Il sistema di ripresa è dotato di diodi al silicone ad alta sensibilità sul principio di quello degli esposimetri; segnali elettronici sono recepiti e trasmessi sulla Terra. Il vantaggio di questa tecnica è che il "Key Hole 11" non è limitato dalla quantità di pellicola che il satellite può trasportare ma quel che più conta è che le fotografie sono trasmesse in tempo reale. Il "Big Bird" poteva rimanere in volo per circa sei mesi, il primo "Key Hole 11" è rimasto 25 mesi. L'ultimo modello di "Key Hole 11" può essere lanciato o da un "Titan 34D" o da una "Space Shuttle" (navetta spaziale): quest'ultima può anche recuperarlo per la rimessa a punto.

I sovietici hanno avuto una procedura operativa fondamentalmente differente per i loro satelliti da ricognizione. In netto contrasto con l'importanza data dagli Stati Uniti alla costruzione di pochi satelliti ma di lunga durata, i sovietici hanno lanciato un gran numero di satelliti con un tempo di permanenza in orbita più limitato. Spesso erano in orbita due o tre satelliti da ricognizione, tutti sotto la copertura dell'etichetta "Cosmos". Dall'inizio del programma "Cosmos" nel 1962, i sovietici usarono i veicoli spaziali "Vostock" modificati, che portavano in orbita satelliti del peso di circa 6350 kg. Il "Vostock" fu il pionieristico veicolo spaziale che mise in orbita Gagarin: la prima serie "Cosmos" fu destinata ad operazioni automatiche con il cosmonauta come passeggero; nella versio-

ne da ricognizione la macchina fotografica sostituì il cosmonauta nella capsula.

I satelliti da ricognizione sovietici si dividevano in due tipi. Il primo era il satellite manovrabile ad alta risoluzione. Sulla sommità della sfera di rientro si trovava un motore a razzo usato per prendere la rotta verso la Terra. Il satellite faceva parecchi passaggi al giorno sulla zona terrestre stabilita, perciò disponeva di identiche condizioni di luce che rendevano più facile l'interpretazione delle fotografie. Questa capacità fu usata con vantaggio durante la guerra nel Medio Oriente del 1973 e durante le crisi seguenti. L'orbita tipica era di 248-210 km. benché, all'occasione, potesse essere ampiamente variata. Il satellite, di norma, rimaneva in orbita 14 giorni.

L'altro tipo di satellite, equipaggiato con ottica di risoluzione inferiore, era usato per la ricerca ed il controllo di movimenti. Come la versione precedente, rimaneva nello spazio 14 giorni prima di rientrare nella zona di atterraggio nel Kazakistan ed era messo in un'orbita di 415-360 km. Se si verificava un guasto, il satellite era dotato di un congegno di autodistruzione per impedire un rientro incontrollato ed evitare così una caduta in territorio straniero, parecchi satelliti, infatti, sono esplosi in orbita.

Con molta lentezza, l'Unione Sovietica sostituì i satelliti da ricognizione basati sul "Vostock" con quelli basati sul veicolo spaziale "Soyuz" che aveva due capsule di rientro invece del modulo orbitale; queste venivano de-orbitate in tempi differenti durante la missione per fornire informazioni. Il primo di tali satelliti fu il "Cosmos 758' nel settembre 1975, che evidentemente subì un guasto perché fu distrutto. Originariamente, i satelliti basati sul "Soyuz" rimasero in volo per 29, 5 giorni, ma in seguito la permanenza in volo si estese fino a due mesi. La lunga durata di questi satelliti fu probabilmente dovuta all'uso di pannelli solari piuttosto che alle batterie chimiche della versione "Vostock".

L'Unione Sovietica sperimentò missioni di fotoricognizione, verso la metà degli anni '70, mascherati con la missione "Salyut". L'enigmatica stazione spaziale "Salyut' comprese due separati programmi: uno civile, l'altro militare, benché queste distinzioni non furono mai chiare. La prima stazione militare fu la sfortunata "Salyut 2", lanciata nell'aprile 1973 e fu considerata dagli osservatori militari occidentali come uno sforzo per controbattere il programma USA "Skylab", con due stazioni spaziali in orbita simultaneamente. Il tentativo fallì perché ambedue subirono disastrosi guasti: il "Salyut Z" incominciò a vibrare e a roteare, poi andò in pezzi; la stazione civile si inutilizzò al lancio.

Successivamente, i voli Salyut" 3, 4, 5 e 6 ebbero un carattere molto diverso. I "Salyut 3 e 5 furono stazioni militari: il comandante ed il tecnico di bordo furon ufficiali in servizio; le stazioni furono messe in un'orbita di circa 241 km. contro i 350 km. delle stazioni civili. Un'orbita così bassa richiese più frequenti correzioni per impedire un decadimento di rotta, ma consentì una migliore definizione del terreno. Le stazioni furono dotate di una macchina fotografica con 10,5 metri di lunghezza focale; le pellicole ritornavano sulla Terra con una capsula recuperabile.

La sorveglianza satellitare è svolta anche con speciali apparecchiature ELINT (Electronic Intelligence: informazione elettronica). L'ELINT riguarda la ricezione di segnali elettronici di radars, radio e telemetri da installazioni nemiche, che vengono rilevati da particolari ricevitori a bordo di particolari satelliti "elettroni-

ci". Da queste registrazioni possono essere determinate le caratteristiche e l'area coperta di una data installazione. Le caratteristiche importanti includono frequenze di trasmissione, durata degli impulsi, raggi d'azione di antenne e polarizzazione, così che l'ELINT significa essenzialmente ascolto piuttosto che sguardo dallo spazio. Il compito di queste apparecchiature non è di captare le conversazioni individuali, ma principalmente di scoprire variazioni nel traffico radio, per esempio, il numero di messaggi scambiati fra quartieri generali con le basi di sottomarini, fra i posti di comando di settore e i centri di controllo lancio missili. Queste variazioni di intensità delle chiacchiere elettroniche da una parte all'altra dei comandi militari nemici, possono denunciare le fasi finali della preparazione di un attacco nucleare, allertando le forze giorni, ed anche settimane, prima del suo inizio.

Le informazioni fornite dai satelliti "elettronici" sono anche usate per preparare equipaggiamenti di disturbo e inganno per bombardieri e missili con testate belliche. Conoscendo le precise caratteristiche dei sistemi di rilevamento di un nemico è possibile evadere l'intercettazione volando attraverso spazi vuoti o zone deboli della sua copertura. Le trasmissioni radio possono indicare la dislocazione e l'identità di unità militari, il loro equipaggiamento, lo stato di approntamento e le procedure operative.

Durante la guerra fredda gli Stati Uniti hanno impiegato un sistema ELINT con il nome in codice "Rhyolite". Il satellite entrava in un'orbita circolare alta 35.880 km. sull'Equatore, impiegando 24 ore per completarla. Il Rhyolite era dotato di una virtuale foresta di antenne, inclusa un'antenna parabolica di circa 21 metri di diametro; il suo equipaggiamento di bordo poteva isolare una determinata trasmissione dal miscuglio di rumori terrestri. Il primo Rhyolite venne lanciato nel marzo 1973 e nel 1983 due stazionavano sul Corno d'Africa per rilevare la telemetria degli ICBM a combustibile liquido sovietici lanciati sperimentalmente da Tyuratam, presso la penisola di Kamciatka. Un altro paio fu posizionato per controllare il lancio di missili da Plesetsk, il centro militare di lancio nell'URSS nordoccidentale.

Piccole apparecchiature ELINT furono anche lanciate a bordo dei satelliti "Big Bird". Una volta in orbita il "Big Bird", le apparecchiature ELINT si separavano da questo e, spinte da propri motori, raggiungevano un'orbita più alta. Le apparecchiature, piazzate in un'orbita di 482 km. , servivano a controllare le trasmissioni radar; alcune erano collocate in orbite più alte (1448 km.) per controllare le unità radar anti-missili balistici. Il successore del Rhyolite è stato il satellite dal nome in codice "Aquacade" ed è stato collocato nello spazio dalla "Space Shuttle". L'affidabilità della Shuttle ha consentito di montare nello spazio delle antenne estremamente grandi per l'ELINT.

I sovietici hanno usato due differenti tipi di satelliti ELINT. I primi, lanciati quattro all'anno in un'orbita di 550 km. , molto probabilmente svolgevano attività di ricerca e localizzazione; i quattro satelliti formavano una regolare rete in orbita e i tempi dei lanci erano calcolati in modo che essi fossero spaziati ad intervalli di 45° attorno al globo. Un tipo più grande è stato lanciato una volta all'anno in un'orbita circolare di 600 km. ; con una capacità di carico tre o quattro volte maggiore dei primi, questo satellite poteva condurre un accurato esame di nuove stazioni radar individuate.

Per tenere sotto controllo i movimenti delle navi di superficie e subacquee della Marina USA, i sovietici hanno impiegato un altro tipo di satelliti ELINT, chiamati dagli occidentali RORSAT(Radar Ocean Reconaissance Satellite: Satellite da ricognizione radar sull'oceano). Questi erano equipaggiati con potenti radars che scrutavano gli oceani del mondo e localizzavano le posizioni delle navi USA; potevano seguire le tracce dei loro movimenti e trasmettere le informazioni ai loro bombardieri e sottomarini. Alcuni esperti occidentali della difesa ritenevano che questi satelliti tenessero costantemente sotto mira le Marine occidentali per sventare un attacco che avrebbe potuto verificarsi in qualsiasi momento. . I satelliti equipaggiati con radar erano particolarmente pericolosi quando combinati con altri satelliti sovietici – chiamati dagli occidentali EORSAT(Electronic Ocean Reconaissance Satellite: Satellite da ricognizione elettronica sull'oceano) – che controllavano le trasmissioni radar e radio delle navi occidentali.

Le più importanti missioni (militari e civili) intraprese nello spazio sono la meteorologia e la navigazione. La funzione militare primaria dei satelliti meteorologici è di fornire supporto all'attività dei satelliti da ricognizione poiché gli operatori devono sapere se l'area da essere fotografata è limpida o nuvolosa. Anche le ombre da nuvolosità irregolare possono rendere difficili le analisi per non parlare delle pellicole, tempo e lavoro sprecati.

Durante i primi anni '60, l'Aviazione degli Stati Uniti impiegò satelliti meteorologici civili, ma gli scopi civili e militari divergevano e, nel gennaio 1965, l'Air Force incominciò ad impiegare satelliti separati. Le previsioni meteorologiche civili richiedevano un'ampia visuale geografica senza accurati dettagli, mentre l'Air Force necessitava informazioni dettagliate su specifiche aree. Il "Block 5D", satellite meteorologico militare, che volò nei tardi anni '70, fu equipaggiato per fornire fotografie visibili attraverso le nuvole mediante gli infrarossi e riscontrare le temperature dell'acqua e dei vapori. Il "Block 5D" trasmetteva segnali alle stazioni di terra dell'Air Force che venivano ritrasmessi al Centro Meteorologico Globale dell'Aviazione, dove venivano automaticamente elaborati da computers digitali. Velivoli attrezzati per la diretta ricezione delle fotografie e centri mobili avanzati furono usati durante la guerra del Vietnam allo scopo di fornire dati meteorologici per le missioni da bombardamento.

L'URSS è stata più lenta nell'impiegare satelliti meteorologici ed il programma, quando venne messo in atto, non fu diviso in civile e militare secondo il principio sovietico che tutti gli sviluppi spaziali dovevano avere un simultaneo uso civile e militare. Un regolare satellite meteorologico volò sul finire degli anni '60. L'ultimo tipo a conoscenza è stato equipaggiato anche con apparecchiature all'infrarosso ed ha trasmesso dati ad oltre 50 stazioni meteo ed elaborati in circa 90 minuti dal Servizio Idrometeorologico sovietico. Questi satelliti hanno notevolmente migliorato le previsioni del tempo consentendo economie in diversi campi quali irrigazione e trasporti aerei e marittimi.

La tecnologia spaziale fece un ulteriore progresso con l'apparizione dei sottomarini "Polaris" in grado di lanciare missili. Il "Polaris" richiedeva lo sviluppo di precise tecniche ognitempo perché, se i missili dovevano colpire i loro bersagli, il punto di lancio doveva essere conosciuto con grande precisione, un compito difficile quando la piattaforma di lancio era costantemente in movimento.

La ricerca per il *satellite di navigazione* ebbe conseguentemente un'importante priorità. Il primo satellite di navigazione del mondo fu il "Transit 1-B", lanciato nell'aprile 1960 da un missile "Scout" a quattro stadi in un'orbita circolare di 1126 km. e la serie seguente subì diversi perfezionamenti (l'ultima versione conosciuta è la "Nova").

I satelliti "Transit" trasportavano due oscillatori ultrastabili e due trasmettitori a duplice frequenza che consentivano una localizzazione abbastanza accurata. Una volta che l'orbita del satellite era conosciuta precisamente, una posizione sulla Terra poteva essere determinata dall'"Effetto Doppler" nella frequenza trasmittente causata dal movimento orbitale. (L'effetto Doppler si verifica quando un osservatore è in moto rispetto ad una sorgente di vibrazioni sonore o luminose o è la sorgente in moto rispetto all'osservatore o sono entrambi in moto relativo: in ognuno dei tre casi la frequenza delle vibrazioni percepite dall'osservatore è diversa da quella che percepirebbe se egli e la sorgente fossero immobili rispetto all'aria). L'accuratezza di ogni singolo passaggio era entro 60 metri circa se era conosciuta esattamente la velocità della nave, ma decadeva a 183 metri se vi era un errore di velocità anche di 0,5 nodi (0, 93 km/h). Sulla Terra, per comparazione, passaggi multipli aiutavano a localizzare un punto fisso entro 4,6 metri.

Dopo un lungo periodo di studi iniziarono i voli dei satelliti "Timation" che portarono al "Navstar Global Positioning System". il primo esemplare fu lanciato nel febbraio 1978 in un'orbita approssimativamente circolare a 20.200 km. Questo sistema usava un metodo chiamato "segnatempo" per aiutare l'operatore a trovare i suoi rilevamenti, la distanza dell'operatore dal punto conosciuto del Navstar essendo determinata da una misurazione del tempo preso dal segnale per coprire tale distanza. Per localizzare con precisione una posizione erano necessari segnali da tre satelliti. Il sistema segnatempo, semplice nel suo principio, fu molto più difficile da sviluppare del sistema "Transit".

Esso richiese, per esempio, un sistema di orologeria parecchie centinaia di volte più accurato degli oscillatori del "Transit" e come risultato ogni Navstar ebbe un prezioso carico di tre orologi atomici al rubidio(elemento chimico con due isotopi stabili, trova impiego, allo stato metallico, nella fabbricazione di tubi elettronici). Oltre alle loro applicazioni speciali e di navigazione in generale, i Navstars hanno favorito altri diversi compiti militari come un preciso lancio di armi (p.e. un accurato lancio missilistico), l'avvicinamento degli aerei in atterraggio, il disegno di carte geografiche, appuntamenti per aerorifornimenti, controllo del traffico aereo e operazioni di soccorso.

I sovietici, come gli americani, costruirono sottomarini lanciamissili: il tipo più recente è stato quello della classe "Typhoon" (nome in codice occidentale). Come i sottomarini "Polaris", anche questi richiesero il supporto dei satelliti di navigazione, il primo dei quali fu il "Cosmos 192", lanciato nel novembre 1967. In generale, i satelliti di navigazione sovietici erano lanciati quattro all'anno in orbite polari alte 1.000 km. ed erano stabilite due separate reti leggermente deviate l'una dall'altra. Le frequenze e le tecniche erano identiche a quelle usate dal "Transit" americano. Nell'ottobre 1982 sono stati lanciati i primi tre GLONASS (Global Navigation Satellites System"-codice occidentale), l'ultimo tipo di satelliti di navigazione che ha usato gli stessi metodi ed anche la stessa orbita dei NAVSTARS.

La prospettiva di migliori comunicazioni ha stimolato da tempo l'interesse militare nei satelliti particolarmente destinati alle *comunicazioni*.

L'Esercito e l'Aviazione degli USA hanno percorso strade diverse. Il primo satellite dell'Air Force era un sistema di comunicazioni passivo costituito da un'antenna dipolo formata da 400 milioni di fili di rame del diametro di un capello umano che percorreva un anello di 3.218 km. attorno alla Terra. Il primo satellite operativo di comunicazioni satellitari su il DSCS-I (Defense Satellite Communication System – 1) che impiegò piccoli satelliti in orbita subsincrona. Essi venivano lanciati otto alla volta a bordo di un missile "Titan IIIC".

Attualmente gli USA usano parecchi tipi di satelliti militari da comunicazione per diversi scopi. Il nerbo delle comunicazioni strategiche degli USA è il DSCS-II che trasporta due trasponditori(ricetrasmettitori che emettono automaticamente prefissati segnali quando ricevono segnali di caratteristiche anch'esse prefissate) capaci di fornire 1300 canali-voce o 100 milioni di bits al secondo di dati digitali. Il DCSC-II ha richiesto quasi dieci anni di perfezionamenti nella tecnologia satellitare. Il suo successore, il DSCS-III è un satellite molto più grande e di maggiore capacità, messo in orbita geosincrona da un "Titan-34D" o da una "Space Shuttle". Destinato a durare dieci anni, il DSCS-III ha sei canali ad altissima frequenza che trasmettono attraverso tre antenne ed è impiegato per trasmissioni di ordini e dati fra alti comandi. La Marina e l'Aviazione USA impiegano un satellite per comunicazioni che usa un'antenna piatta con una capacità di 23 canali.

Non si hanno informazioni certe sull'ultimo satellite per comunicazioni occidentale. Conosciuto come SDS(Satellite Data System) è stato lanciato per la prima volta nell'agosto 1973, ma non si conoscono i suoi scopi. È molto probabile che l'SDS funga da collegamento per i segnali digitali dal satellite da ricognizione "Key-Hole II". I segnali dovrebbero essere trasmessi da questo all'SDS che li trasmette alle stazioni a terra e ritrasmessi al National Photographic Interpretation Center.

Si ritiene che il satellite per comunicazioni sovietico "Molniya 1" sia stato usato per trasmissioni in tempo reale di telefoni, televisioni, telegrafi e fax militari. Lanciato per la prima volta nell'aprile 1965, era dotato di tre sistemi di trasmissione e due separate antenne piatte. Il "Molniya 2" è stato usato per la "linea rossa"USA-URSS. L'ultimo satellite sovietico è stato coperto dal segreto. E' stato ipotizzato che servisse per la trasmissione di informazioni da agenti segreti e sensori remoti situati in varie parti del mondo. Secondo alcuni rapporti, i sovietici avevano collocato speciali equipaggiamenti di rilevamento attorno ad alcune basi militari USA, equipaggiamenti che inviavano segnali ai satelliti. Agenti sovietici disponevano di speciali apparecchiature radio capaci di ricevere e trasmettere messaggi via satellite: i messaggi codificati erano compressi e ridotti ad un tempo di trasmissione di un secondo, impossibili quindi da intercettare. Ovviamente, anche gli Stati Uniti avevano gli equivalenti di questo sistema.

Fino dagli anni '60, ambedue le superpotenze disponevano di vettori in grado di portare in orbita una *bomba nucleare*. Un'arma orbitale di questo tipo richiedeva parecchi elementi per funzionare: avrebbe dovuto avere un alto potenziale – all'incirca di 10-20 MT – ; avrebbe dovuto disporre di una protezione dal calore durante la sua discesa, di una particolare spoletta per la detonazione

ed essere inserita in un modulo dotato di equipaggiamento di supporto, la primaria funzione del quale era quella di far rientrare l'arma nell'atmosfera per l'attacco nel momento e nel luogo esatti secondo un particolare comando; erano quindi necessari i retrorazzi per il rientro nell'atmosfera ed un sistema di controllo del volo corredato di un'apparecchiatura per la guida con relativi computers. La precisione dell'arma dipendeva, ovviamente dal funzionamento del sistema di guida. Il momento di accensione dei retrorazzi doveva spaccare il secondo, una frazione del quale in anticipo o in ritardo avrebbe provocato gravi errori del volo per raggiungere l'esatto punto di esplosione. Un altro requisito era l'orientamento: i retrorazzi dovevano produrre una spinta nel corretto angolo, altrimenti l'arma sarebbe caduta a picco e bruciata o sarebbe stata spinta in un'orbita più alta. L'energia per questi sistemi doveva provenire da cellule solari perché, diversamente dai missili balistici che la ricevevano da batterie interne durante i loro trenta minuti di volo, l'arma orbitale necessitava di un periodo di funzionamento di molte settimane o mesi. Infine occorreva un sistema di comunicazione per armare la bomba e dare inizio alla sequenza d'attacco.

Naturalmente, l'impiego di armi nucleari orbitali correva gravissimi rischi. Con un numero illimitato di bombe nello spazio vi era il reale pericolo che un accidentale segnale radio potesse provocare un incidente. Un altro rischio era che un pazzo potesse premere il grilletto di una tale arma e dare inizio ad un conflitto. Ma i pericoli non si fermavano qui. Il fallimento del lancio del vettore poteva causare la ricaduta dell'arma sulla Terra con conseguenze catastrofiche. Se l'arma fosse stata messa in un'orbita errata, i sistemi di guida potevano subire dei guasti con la probabilità di un rientro incontrollato. Dopo tutto, negli anni '60, si erano verificati diversi fallimenti nel lancio di missili disarmati.

Poiché le bombe nucleari orbitali non sono mai state lanciate, è da ritenere che le due superpotenze decisero che i missili ICBM nei silos sotterranei e i missili dei sottomarini rappresentavano un più efficiente – e meno costoso – deterrente delle armi nucleari orbitali.

Per concludere l'argomento satelliti, si può affermare che per decenni le superpotenze hanno controllato le forze ed i movimenti l'una dell'altra con rigorosa accuratezza per mezzo delle rispettive reti di satelliti. Ognuna ha conosciuto la natura, il numero e la posizione delle forze dell'altra. I satelliti sono divenuti importanti per le operazioni militari come i carri armati, i missili e le navi. Di conseguenza, il controllo dello spazio – la capacità di distruggere un potenziale satellite avversario e proteggere i propri – è divenuto uno dei principali elementi nella pianificazione militare.

Come si è sempre verificato nella storia, l'apparizione di una nuova arma ha provocato la conseguente realizzazione di apparecchiature ed armi per contrastarla ed è quello che è avvenuto anche per i satelliti.

Il ruolo cruciale dei satelliti di preavviso, ricognizione e attività militari ha assegnato loro un'immediata priorità di distruzione in un conflitto su larga scala. USA e URSS hanno, per questo, messo a punto sistemi *antisatellite* destinati a distruggere non solo i satelliti di preavviso, ricognizione e comunicazione, ma anche le armi nucleari orbitanti. Per prima cosa era importante identificare e seguire la loro rotta. Gli Stati Uniti potenziarono la rete di avvistamento e controllo mediante nuove apparecchiature radar e telescopi nelle stazioni sparse in tut-

to il globo e in continuo collegamento con il NORAD. Il nuovo sistema fu denominato SPADATS (Space Detection And Tracking System: sistema spaziale di localizzazione e controllo della rotta). Un satellite nucleare doveva essere identificato dalla sua forma, dalle caratteristiche della sua orbita, dall'analisi della sua telemetria e dal suo comportamento in orbita; la tecnica di esame dei segnali di rimbalzo da un satellite in orbita forniva un'indicazione delle sue dimensioni e della sua forma: il segnale radar di ritorno da un cilindro, per esempio, è diverso da quello di un pannello piatto. L'interpretazione di questi dati è difficile poiché il segnale radar di ritorno da una parte cilindrica di un satellite deve essere separato da quello di una sezione di esso a forma conica ed anche da quelli dei pannelli solari oblunghi. Ogni elemento deve essere isolato ed identificato; la dimensione di un oggetto è determinata dall'intensità dell'eco di ritorno. Se i segnali presentano rapidi e grandi cambiamenti, l'oggetto è in fase di rotazione. Anche il materiale di composizione di un satellite può essere determinato dai segnali radar di ritorno: alcuni materiali assorbono i segnali radar e così riflettono debolmente, mentre l'alluminio e l'acciaio hanno una maggior riflessione.

Anche i telescopi a terra sono tuttora usati per il controllo dello spazio. Il primo fu costruito dall'Aviazione USA nel 1961 con un diametro dello specchio principale di 122 cm. Per individuare e seguire accuratamente un satellite in rapido movimento sullo sfondo delle stelle, il telescopio aveva uno speciale supporto che gli consentiva la rotazione e l'aggiustamento dell'altitudine e dell'azimut. Fu installato nel Nuovo Messico ad un'altezza di 2.743 metri dove poteva trarre vantaggio da cieli scuri e da un'eccellente visuale. Con la sua larga cupola, l'edificio che l'ospitava assomigliava ad un osservatorio astronomico. In due punti opposti del tetto si trovavano due cupole più piccole che alloggiavano ciascuna un piccolo telescopio di individuazione di 12,7 cm. L'osservatore ricercava inizialmente il satellite con uno di questi telescopi; poiché il telescopio principale era collegato elettronicamente con quello di inviduazione, il suo movimento seguiva quello del più piccolo. Una volta che il telescopio principale aveva acquisito il bersaglio, seguiva il satellite automaticamente. L'osservatore riportava le sue impressioni visive mentre venivano prese fotografie da una macchina fotografica da 35 mm. dotata di pellicola ad alta velocità. Oltre all'osservazione fotografica, il telescopio era equipaggiato per condurre esplorazioni all'infrarosso e misurazioni laser per le distanze. Per osservare satelliti non illuminati dal sole, il telescopio aveva una telecamera a luce bassa ed un sistema di illuminazione laser. I satelliti venivano di solito fotografati durante il crepuscolo o prima dell'alba mentre erano illuminati dal sole sotto l'orizzonte ma le apparecchiature del telescopio gli consentivano di osservare i satelliti anche durante la notte.

Per quanto riguarda i sistemi ASAT (Anti Satellite), sia gli americani sia i sovietici, nei primi anni '60 avviarono programmi specifici.

I primi programmi americani non furono condotti a termine per numerose difficoltà causate dall'impossibilità di distinguere i satelliti nucleari dagli altri tipi e da problemi causati dai sistemi di guida e di controllo. Soltanto dopo la notizia di lanci con successo di armi ASAT sovietiche, nei tardi anni '70 gli Stati Uniti misero a punto l'F-15 ASAT, costituito da una piccolissima apparecchiatura – denominata "Mini-vehicle MV" – montata su di un vettore Boeing Short Range At-

tack Missile, a due stadi e lanciato da un aereo F-15 "Eagle", modificato in alcuni suoi componenti: l'alloggiamento delle munizioni era stato sostituito da un'apparecchiatura elettronica che includeva un microprocessore, una linea di comunicazione fra il missile e l'aereo e un sistema di eiezione a generatore di gas. L'aereo saliva ad un'altezza di 15.000 metri e lanciava il missile che si dirigeva verso il satellite in orbita. Il complesso impiegava un sensore ad infrarossi corredato da otto piccoli telescopi che gli fornivano informazioni sul bersaglio garantendogli dei dati precisi e gli impedivano di "attaccare" le stelle; ruotava a 20 rivoluzioni al secondo impresse da tre alette mobili mentre due alette fisse lo mantenevano stabile sulla rotta. Una volta localizzato il bersaglio dai telescopi, l'MV si separava dal secondo stadio. L'involucro esterno dell'MV era composto da 56 piccoli cilindri di propellente solido: quando questi si accendevano sotto il controllo del sistema di guida, spingevano il veicolo sulla rotta di collisione. I razzi erano a combustione rapida così da non modificare la stabilizzazione delle alette e comandati da un laser-giroscopio che metteva in grado il computer di bordo di decidere quali di essi dovevano accendersi. Piccoli razzi addizionali erano usati per impedire eventuali oscillazioni dell'MV. Il Miniature Vehicle distruggeva il suo bersaglio per collisione diretta ad una velocità di 13.000 metri al secondo: l'energia provocata dall'impatto era simile a quella provocata dall'esplosione di un grosso proietto.

I primi sistemi antisatellite sovietici, che precedettero quelli americani, secondo il poco riferito dalla stampa specializzata, consistevano di missili intercettori con guida a infrarossi, contenuti nelle stazioni spaziali "Cosmos" o di grossi vettori di testate nucleari con un raggio di esplosione tale da supplire alla poca accuratezza del sistema di guida. A questi seguì un "satellite-killer" in grado di distruggere altri satelliti in orbita; esso localizzava il suo bersaglio con il radar e si dirigeva su di esso, una volta giunto nelle sue immediate vicinanze, faceva esplodere una carica di esplosivo che produceva una grandinata di schegge le quali colpivano il satellite bersaglio distruggendo le sue apparecchiature elettroniche ed altre parti vitali.[3]

Nell'ultimo decennio la tecnologia spaziale si è arricchita di nuovi elementi che, nel settore elettronico, sebbene ancora in via di sviluppo, potrebbero costringere i militari a rivedere i loro concetti sulla "battaglia per lo spazio". Ovviamente, le notizie sono ancora generiche, ma riteniamo interessante sottoporle all'attenzione del lettore.

È stato abbastanza naturale che una parte delle ricerche si sia orientata sullo sviluppo della tecnica laser, già impiegata per uso militare fin dagli anni '60(v. cap. 1°)

Un fascio di luce prodotta da un *laser* è quasi perfettamente parallelo: ogni raggio si dirige quasi esattamente nella stessa direzione diversamente dalla luce ordinaria. Un ordinario fascio di luce consiste di molti differenti raggi che si dirigono in direzioni differenti, come risultato il fascio si allarga; il fascio di luce di

[3] I dati e le tecnologie dei satelliti e antisatelliti americani e sovietici sono tratti da: C. Peeble: "Battle for Space"-Blandford Press, Dorset, UK., 1983 dal quale sono riportati alcuni brani.

una torcia elettrica può apparire sottile a breve distanza ma ingrandisce sempre di più man mano questa aumenta. Ma il fascio di luce di un laser è differente. Se parte come fascio del diametro di una matita, dopo un chilometro avrà sempre lo stesso diametro non essendosi allargato se non minimamente. Questo fascio così concentrato e di altissima intensità, che si è dimostrato in grado di perforare il metallo o altri elementi, usato ad un livello di potenza molto più basso, viene da tempo usato in chirurgia, in particolare per interventi sulla retina.

Per il suo eventuale uso come arma antimissile o antisatellite, il laser viene impiegato come durante un'operazione all'occhio ma con una potenza enormemente maggiore poiché il bersaglio può essere lontano un migliaio di chilometri o più. Durante il percorso, tuttavia, anche un fascio laser si allarga, sebbene in misura minima, perdendo così una parte della sua intensità, ne deriva che per fondere il metallo dell'involucro di un missile a grande distanza è necessario un laser della potenza di molti milioni di Watts. Ma il laser di tale potenza non è sufficiente: è necessario uno strumento – una lente o uno specchio – per far convergere esattamente il fascio laser su di un punto preciso della superficie del bersaglio in modo da sfruttare tutta l'intensità necessaria alla perforazione. poiché una lente non può essere usata per focalizzare il fascio in quanto il suo vetro sarebbe fuso dall'enorme energia laser che lo attraversa, viene impiegato uno specchio concavo che può riflettere e focalizzare il fascio come uno specchio da barba o quello di un grande telescopio. Il fascio laser "rimbalza" dallo specchio invece di penetrarvi e non lo riscalda eccessivamente. Ma anche con lo specchio vi sono delle dispersioni verso l'estremità della sua circonferenza, perciò l'effetto dipende dalle sue dimensioni: più grande è lo specchio più sottile è il fascio e maggiore è la capacità di penetrazione. Così lo specchio deve essere di notevoli dimensioni (secondo i calcoli non meno di 10 metri di diametro). Inoltre, lo specchio deve essere costruito con grande cura così che i raggi di luce possano essere accuratamente focalizzati: se la superficie presenta il pur minimo difetto o non ha l'esatta forma, alcuni raggi della luce vengono riflessi obliquamente e la messa a fuoco può essere confusa, ciò rende la luce meno vivida e diminuisce l'efficacia dello specchio.

È prevista l'installazione dei lasers su satelliti orbitanti per mantenere sotto costante sorveglianza le basi dei missili e colpire così questi ultimi il più rapidamente possibile.[4]

Un'altra promettente tecnologia si è dimostrata più efficace del laser: il "*fascio di particelle neutre*" che "spara" un flusso di velocissimi atomi di idrogeno contro il bersaglio. Questo fascio di atomi è così efficace perché è molto penetrante. Un fascio laser è assorbito dalla superficie del bersaglio e non penetra nel suo interno, ma gli atomi di un fascio di particelle neutre passano attraverso la struttura metallica di un missile ed entrano nel suo cervello, il computer, che regola il suo corso. Qui gli atomi creano falsi impulsi elettrici che provocano nel computer delle allucinazioni, deviando il missile dalla sua rotta e facendogli fare delle acrobazie fino alla sua autodistruzione. Se il fascio è abbastanza inten-

[4] J. Hecht e D. Teresi: "Lasers" – Ticknor e Fields, Nex York, 1983 e J. Hecht: "Beam Weapons"Plenum Press, New York, 1984 pp. vv.

so, può intervenire sulla memoria del computer, confondendogliela o cancellandola. Il fascio di particelle neutre può anche distruggere i circuiti del computer nel contenitore delle testate belliche che si trova sull'estremità superiore del missile; il danno creato può impedire al contenitore di liberare le testate o può provocare l'invio di queste nella direzione sbagliata in modo da farle fallire il bersaglio o può danneggiare i circuiti elettronici nelle testate stesse dopo che queste sono state liberate, così che, quando raggiungono i loro bersagli non possono esplodere.

Il fascio di particelle neutre, come il laser, è basato su un'idea ingegnosa. Normalmente una particella è accelerata ad alta velocità applicando ad essa una forza elettrica. La forza agisce sulla carica elettrica delle particelle e le fa muovere più velocemente. Tuttavia, il fascio di atomi per distruggere un missile non contiene alcuna carica: è elettricamente neutro. Esso deve essere elettricamente neutro perché, se non lo fosse – se gli atomi contenessero una carica elettrica – il campo magnetico della Terra agirebbe sulla carica e defletterebbe il percorso del fascio in modo imprevedibile. Se gli atomi nel fascio sono elettricamente neutri, il campo magnetico della Terra non ha su di loro alcun effetto. D'altra parte, per la stessa ragione, non lo hanno nemmeno le forze elettriche ed è difficile accelerarli ad alta velocità; e se essi non si muovono ad alta velocità non possono penetrare nella struttura del missile e distruggere i computers. In altre parole, se il fascio è carico elettricamente non può muoversi in linea retta ed è inefficace contro un missile e se non è carico elettricamente non può essere accelerato ed è altrettanto inefficace.

La soluzione a questo problema scientifico si è dimostrata semplice. Da tempo i fisici sapevano che un atomo di idrogeno, che normalmente ruota attorno ad un nucleo centrale, può "agganciarsi" ad un secondo elettrone benché questo sia trattenuto alquanto debolmente. Il secondo elettrone dà a quest'atomo un eccesso di carica elettrica; esso non è più a lungo elettricamente neutro. Perciò, se si applica all'atomo una carica elettrica mediante un'apparecchiatura denominata "acceleratore lineare", esso acquisterà velocità. Dopo che l'atomo è stato accelerato alla velocità desiderata, è relativamente facile liberare l'elettrone che, si ricorderà, non è fortemente unito ad esso. Il risultato finale è che così si ha un fascio di atomi neutri in rapido movimento.

Un altro laser antimissile è il *laser a elettroni liberi* che usa un fascio di luce generato da un flusso di elettroni in rapido movimento anzichè di atomi di gas che generano il fascio di luce in altri lasers. In questo laser, uno strettissimo flusso di elettroni ad alta velocità viene fatto passare attraverso una linea di elettromagneti; questi esercitano una forza sugli elettroni deviando la loro direzione prima in un senso poi in un altro, costringendoli a compiere una piccola danza; ad ogni passo di questa piccola danza, alcuni elettroni emettono minuscoli lampi di luce. Ogni volta che un elettrone emette un piccolo lampo quando cambia direzione, questo lampo costringe gli elettroni vicini ad emettere a loro volta dei lampi e così in reazione a catena. Questa situazione si sviluppa in un intenso fascio laser che viene diretto su di un bersaglio.

Il *fascio di elettroni.* La più recente tecnologia è quella di aver scoperto il metodo di lanciare un fascio di particelle caricate elettricamente in una linea retta attraverso l'atmosfera. Era ritenuto – come abbiamo visto – che questo non

si potesse fare perché il campo magnetico della Terra esercita una forza su particelle caricate elettricamente e devia il loro movimento. Lanciare un fascio di particelle attraverso il campo magnetico della Terra è come sparare un proiettile con un fucile che ha una canna curva. Come se non bastasse, le particelle del fascio tendono a respingersi l'un l'altra così che il fascio si disperde e si dilata durante il suo percorso; quando raggiunge il bersaglio è così disperso da non provocare alcun danno. Ma è stato trovato un modo per aggirare questi problemi. Il metodo incomincia con un laser che viene usato per aprire un canale nel campo elettromagnetico terrestre, poi il fascio di elettroni lanciato verso il bersaglio passa attraverso questo canale; poiché in esso non esiste più campo magnetico, il fascio può viaggiare in linea retta. Ma il fascio di luce laser colpisce e spinge fuori dal canale alcuni atomi di aria che esso incontra nel suo percorso: questi si muovono a spirale come risultato della forza esercitata su di loro dal campo magnetico terrestre. Una legge fisica stabilisce che gli elettroni in movimento a spirale generano un loro campo magnetico in direzione opposta al campo che ha causato il loro movimento a spirale, cioè creano un campo magnetico che tende a cancellare il campo magnetico terrestre. Poiché gli elettroni sono caricati negativamente, un certo numero di essi lascia alle sue spalle una residua rete di cariche elettriche positive. Ora, quando il fascio di elettroni è "sparato" nel canale verso il bersaglio, le cariche elettriche positive create tendono a trattenere le cariche negative impedendone la dispersione; in altre parole esse mantengono compatto il fascio di elettroni così che quando questo colpisce il bersaglio il colpo viene sferrato con enorme energia.[5]

Un'altra nuova tecnologia, chiamata "*rotaie elettromagnetiche*", non è da sola in grado di distruggere i missili ma, usata in combinazione con piccoli proietti, aumenta enormemente la sua efficacia. La difficoltà dei proietti, come usati attualmente, è che l'arma che li spara è un razzo che può imprimere ad essi una velocità di circa 10.000 miglia all'ora. Questa velocità non è maggiore di quella di un missile che i proietti stanno inseguendo e quindi ciò rende difficile intercettarlo. Il proietto deve essere diretto ad intercettare la rotta del missile considerevolmente più avanti, cioè lanciato in anticipo di parecchi minuti quando il bersaglio si trova molto lontano dal previsto punto d'impatto. Prevedere la rotta di un missile con molto anticipo è difficile. Un proietto relativamente piccolo ha una limitata capacità di manovra e, se la previsione della posizione del missile non è abbastanza accurata da portare il proietto vicino al bersaglio, il computer del proietto non sarà in grado di guidarlo alla collisione.

Le "rotaie elettromagnetiche" possono imprimere ad un proietto una velocità molto maggiore di un razzo. In questo tipo di arma il proietto è montato su di un piccolo carrello – o cursore – che scorre fra due rotaie. Una corrente elettrica di parecchi milioni di ampéres scorre in una direzione su di una rotaia e in direzione contraria sull'altra, creando fra le due rotaie un campo magnetico di altissima intensità. Il campo magnetico spinge avanti il proietto come i gas spingono avanti un normale proietto nella canna di un'arma da fuoco però le velo-

[5] R. Jastrow: "How to Make Nuclear Weapons Obsolete"-Sidgwich e Jackson, London, 1985 pp. 89-91, 95-98

cità che possono essere raggiunte sono molto maggiori. I proietti sparati dalle rotaie elettromagnetiche hanno già raggiunto, in via sperimentale – velocità maggiori di 10.000 miglia all'ora – la velocità massima di un missile – ma potranno arrivare presto a velocità superiori alle 50.000 miglia all'ora. A queste velocità potranno intercettare un missile lontano un migliaio di miglia in meno di un minuto.

Il principale problema con le rotaie elettromagnetiche è che queste sono di una tecnologia estremamente avanzata e saranno necessari diversi anni per metterle a punto. Per esempio, le rotaie elettromagnetiche accelerano i loro proietti ad un'altissima velocità in circa un secondo. Ciò significa un'accelerazione di migliaia di "G" (misura di gravità). Questa accelerazione estremamente rapida tende a deformare il proietto e a danneggiare il suo cervello elettronico. Ma, sebbene ancora in fase sperimentale, i tecnici del progetto sono riusciti ad imprimere al proietto un'accelerazione di 50.000 "G" senza danneggiamenti.[6]

La più devastante delle nuove tecnologie, e sotto alcuni punti di vista più controversa, è il "laser a raggi X". I dettagli di questo strumento sono ancora segreti ma si sa che il primo passo nel suo impiego è quello di far esplodere nello spazio un'arma nucleare. Il laser è montato insieme all'arma. Naturalmente l'esplosione distrugge il laser istantaneamente in meno di un milionesimo di secondo, ma nel breve intervallo prima della sua distruzione produce molti fasci di raggi X che possono essere diretti contro un missile e le sue testate con effetti devastanti. L'esplosione nucleare che attiva il laser a raggi X è estremamente piccola paragonata alla totale potenza delle armi che distrugge. Secondo i calcoli, un laser a raggi X delle dimensioni di una cassa da imballaggio sarà in grado di distruggere l'intero arsenale nemico – migliaia di missili ICBM – se questi verranno lanciati contemporaneamente in un massiccio attacco. Inoltre, l'esplosione che attiva il laser avrà luogo centinaia di miglia al di sopra della Terra e non causerà danni o pioggia radioattiva al suolo mentre i missili che il laser distruggerà sono destinati ad esplodere sulla, o vicino, alla superficie della Terra con micidiali conseguenze.

L'idea di far esplodere un'arma nucleare per abbatterne delle altre – magari migliaia – è un problema inquietante e questa è una delle ragioni della controversia del progetto.

Benché il funzionamento del laser a raggi X non sia stato reso noto, è presumibile che sia il seguente: la bomba e il laser sono montati uniti; quando la bomba esplode, la sua temperatura sale immediatamente a molti milioni di gradi; a questa altissima temperatura la bomba irradia calore nello spazio sotto forma di raggi X e gamma; questi penetrano nel laser vaporizzandolo ed elevandolo ad una temperatura estremamente alta.

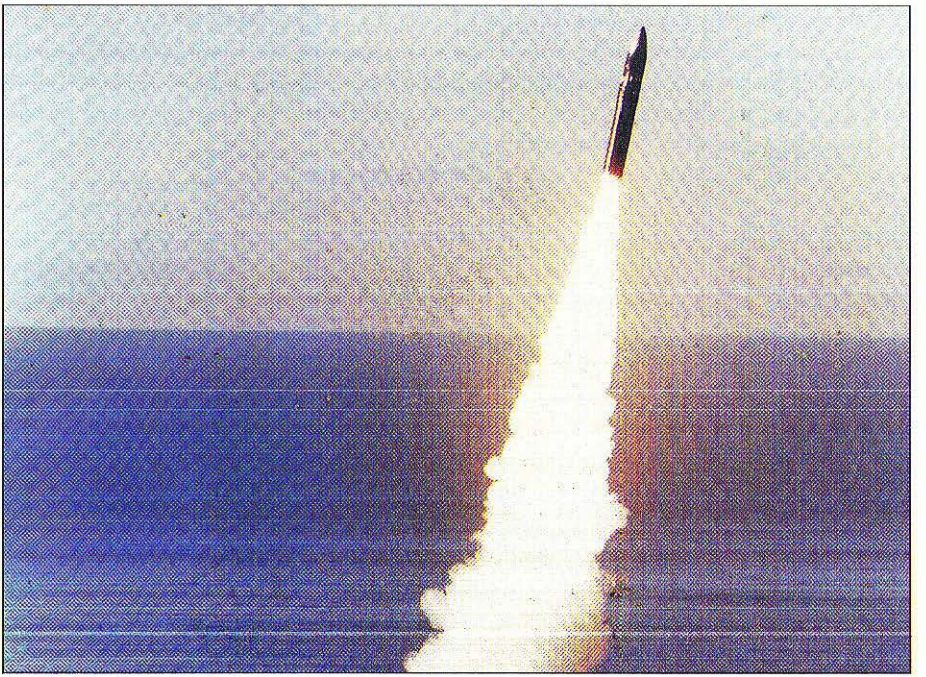
Ora il laser diventa un denso e caldissimo gas di atomi. I raggi X e gamma dell'esplosione continuano a penetrare nel gas e provocano i loro effeti in due fasi. In primo luogo, poiché i raggi X e gamma sono carichi di energia, colpiscono gli elettroni esterni di alcuni atomi e li spingono completamente fuori

---

[6] "Aviation Week and Space Tecnology"-5 dicembre 1983 pp. 62-63 e "Military Space" 15 ottobre 1984 pp. 4-5

dalla loro orbita atomica, lasciandosi dietro un atomo parzialmente smantellato; poi, interagendo con questi atomi, i raggi spingono alcuni elettroni in un'orbita più alta. Un atomo con un elettrone spinto in un'orbita più alta è definito dai fisici "eccitato"; un atomo eccitato rimane in quella condizione per breve tempo – circa un trilionesimo di secondo – poi l'elettrone ritorna alla sua orbita più bassa. I fisici definiscono l'atomo ritornato al suo"stato base". Quando un atomo eccitato ritorna al suo stato base emette un lampo di radiazioni o "luce". Tuttavia questa luce, non del genere ordinario che noi vediamo, è un tipo di radiazioni molto più cariche di energia e molto più penetranti, sono infatti raggi X. A questo punto si verifica il principio del laser, in quanto un raggio X emesso da un atomo può eccitarne un altro vicino e farlo ritornare al suo stato base; a sua volta il secondo atomo emette un altro raggio X; il raggio X originale è sempre presente così si formano due raggi X. Ognuno dei raggi X può eccitare un altro atomo, così si formano quattro raggi X, i quattro diventano otto, gli otto sedici e così via. In brevissimo tempo si sviluppa una cascata di raggi); alla fine gli atomi eccitati ritornano al loro stato base non vengono più prodotti raggi X e la cascata termina: il laser è esaurito. Tutto questo avviene rapidissimamente: la cascata di raggi X raggiunge il suo apice e declina in meno di un miliardesimo di secondo e il risultato è una brevissima ma incredibilmente intensa esplosione di raggi X con una potenza di trilioni di Watts che diretta contro un missile ouna una testata bellica ha un effetto enormemente distruttivo, il fascio di raggi X vaporizza quasi istantaneamente la sottile struttura del missile o di qualsiasi altro oggetto che colpisce.[7]

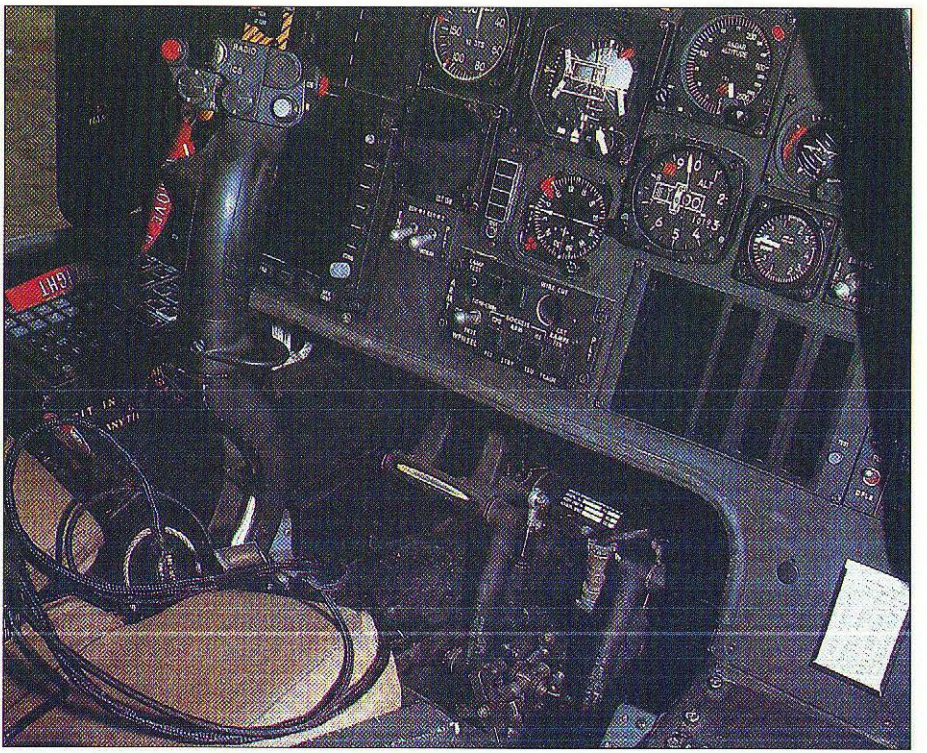
[7] "Aviation Week and Space Tecnology"-23 febbraio 1981 pp. 25-27 e "Nature"-9 luglio 1981 p. 108 e 19 luglio 1984 p. 180



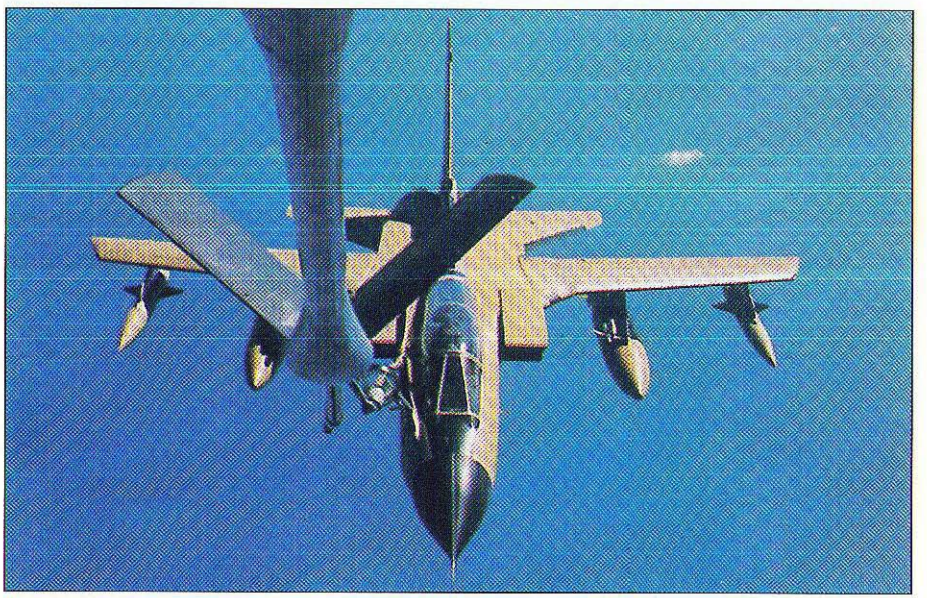
Missile intercontinentale americano MX

Blindo pesante Centauro

Elicottero d'attacco A-129 "Mangusta"

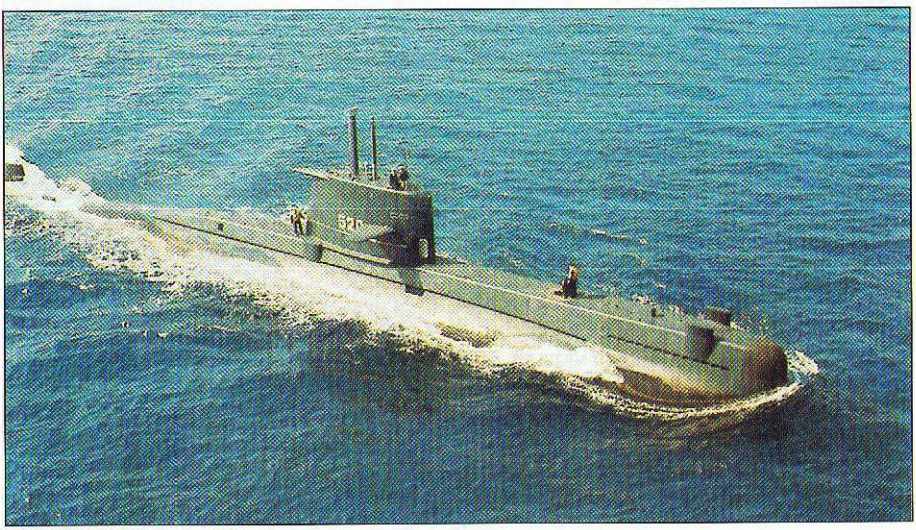


Posto di pilotaggio di Elicottero

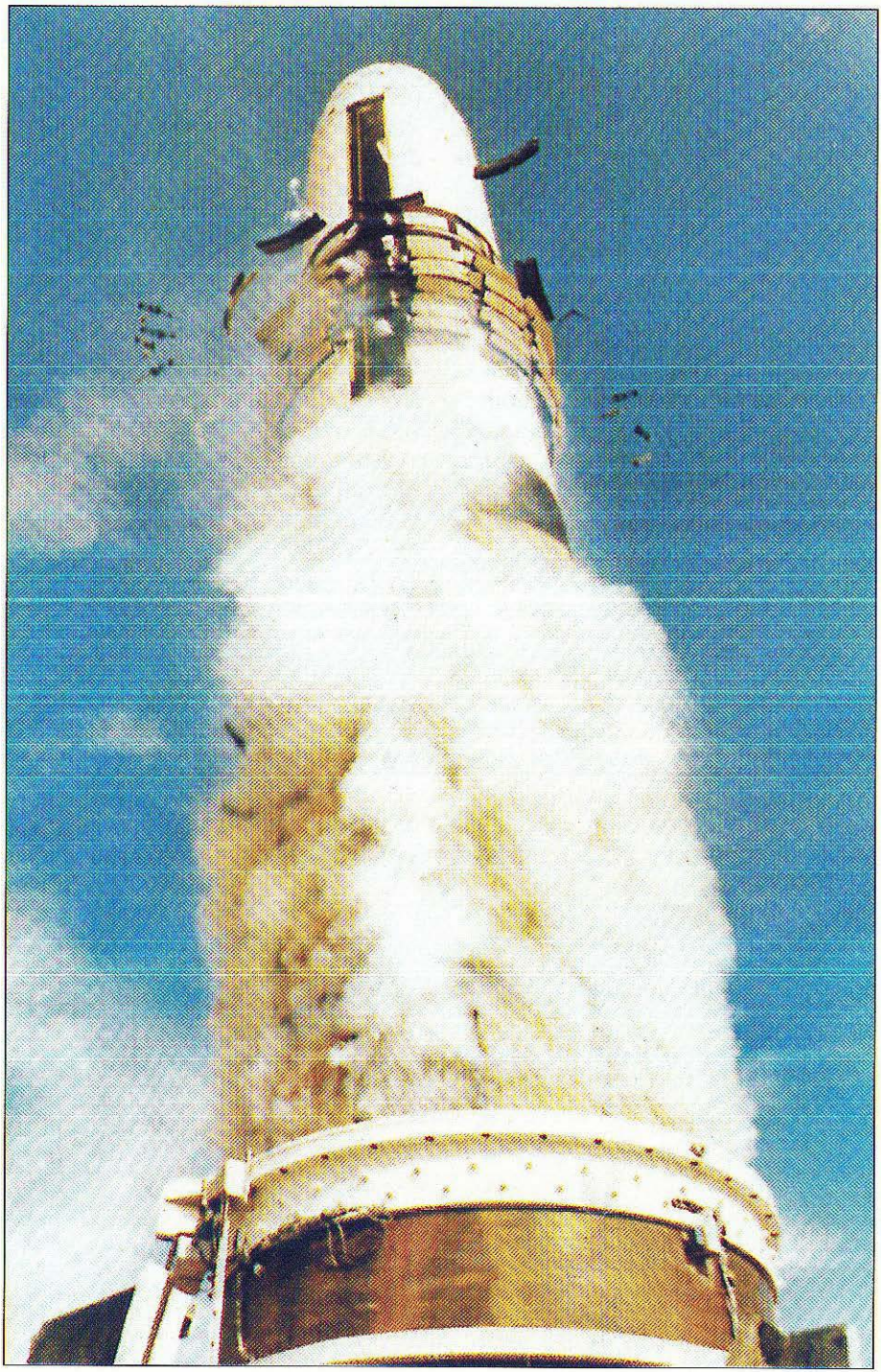


Caccia - bombardiere "Tornado" impegnato in operazione di rifornimento in volo

Corvetta classe "Minerva".



Sommergibile classe "Leonardo da Vinci"



Missile intercontinentale Titan

CONCLUSIONE

A conclusione di queste pagine, vorremmo ritornare al titolo della copertina per ribadire il concetto della strettissima interdipendenza della tecnologia e dell'arte militare che, comunque, ci auguriamo sia emersa nella trattazione.

Da quando l'uomo ha cercato di produrre armi sempre più letali, esso ha raggiunto due grandi risultati. Primo, gli uomini hanno dovuto modificare i loro metodi di combattimento al fine di sfruttare al massimo la capacità delle nuove armi; secondo, nello stesso tempo, gli uomini hanno dovuto adottare mezzi attivi e passivi per limitare la sempre maggiore efficacia di queste nuove armi, quando usate dai nemici. Queste due combinate – e in gran parte contrapposte attività hanno richiesto lo sviluppo dell'arte militare in tutte le sue branche, che non si è limitata all'impiego delle armi ma anche allo sfruttamento di tecnologie non ordinariamente militari quali, ad esempio, le strade, i veicoli, le comunicazioni, gli orologi.

Poiché la strategia è largamente la variabile della tattica e della logistica e la tecnologia ha avuto una significativa influenza sulla tattica e la logistica, si può concludere che la tecnologia è stata la fonte di tutte le modifiche nel modo di condurre una guerra. Ovviamente, la tecnologia ha enormemente influenzato e modificato la vita civile, in particolare dal secolo XIX, epoca della rivoluzione economico-industriale. Il progresso civile ha offerto all'uomo un sensibile e lineare miglioramento del suo tenore di vita, cioè migliori abitazioni, migliori strade, migliori mezzi di trasporto e di comunicazione, migliori apparecchiature domestiche. Il progresso militare ha migliorato sì la logistica, ma ha modificato nettamente la tattica: i fucili a ripetizione, le mitragliatrici e le bocche da fuoco a tiro rapido hanno fatto scomparire le travolgenti cariche della cavalleria e hanno costretto la fanteria ad interrarsi, anche a causa dell'aviazione che, però, le fornì un importante supporto.

Durante la Seconda Guerra Mondiale, i carri armati, i veicoli corazzati e i caccia-bombardieri ampliarono a dismisura i campi di battaglia, mentre la visuale generale della guerra non si limitò più al teatro di guerra europeo, dove furono combattute quasi tutte le battaglie decisive, ma si allargò a tre continenti ed a tutti gli oceani, grazie anche alle portaerei ed ai bombardieri strategici.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, le armi nucleari ed i missili loro vettori hanno portato il livello della guerra al limite massimo di distruzione dell'intera umanità, ed è per questo che non sono mai state usate. Riguardo alla guerra "convenzionale", la tecnologia, oltre ad un netto miglioramento delle armi è intervenuta notevolmente sulle sue infrastrutture. I soldati del mondo attuale combinano l'informazione elettronica sul nemico con armi guidate di un'accurata precisione; si possono prevedere battaglie condotte in profondità similari a quelle introdotte dall'aviazione tattica della Seconda Guerra Mondiale ma con

un'accuratezza di fuoco contro bersagli a una distanza molto superiore a quella ottenuta con i cannoni delle due guerre passate. Il combattimento a grandi distanze non avverrà più fra schieramenti dettati dalle secolari dottrine e renderà irrilevanti i loro punti deboli, i fianchi e la retroguardia.

Poiché i soldati, le armi e i mezzi possono oggi essere individuati con apparecchiature sensibili al calore che irradiano e i loro movimenti esaminati da centinaia di chilometri d'altezza, i tradizionali concetti della guerra dovranno essere radicalmente riveduti.

Recentissime notizie provenienti dagli Stati uniti segnalano una tendenza verso la cosiddetta "soft war", vale a dire guerra con armi non letali, quali i fucili laser che accecano le persone e i sensori, tubi lanciatori di onde sonore a bassa frequenza che provocano disturbi acustici e stato di incoscienza, bombe che creano lampi di luce bianca così intensi da accecare qualsiasi persona che la guardi e armi a microonde tali da poter fondere parti sensibili di computer o altro materiale elettronico.

Riguardo al futuro di queste armi "soft", resta da vedere l'atteggiamento che assumerà un combattente quando scenderà in campo con un fucile laser contro un lanciamissili a guida laser o con una bomba accecante contro una bomba nucleare.

La lunga carrellata sulla tecnologia militare dalla preistoria ad oggi ha evidenziato che l'uomo ha ricercato armi sempre più letali per distruggere l'uomo e, vista la tecnologia militare attuale, concludiamo queste pagine con una frase di John F. Kennedy: "L'umanità deve porre fine alla guerra o la guerra porrà fine all'umanità".

NOTE DIDASCALICHE:

"ARMI E ESERCITI NELLA STORIA UNIVERSALE" edizioni EIAS SALANI: 22, 23, 35a, 35b, 65, 66, 82, 83, 98, 123, 124, 177, 178, 203a, 203b, 345b.

"RIVISTA MILITARE":51, 52, 410a, 410b, 414.

"EPOS - UOMINI E ARMI NELLA PITTURA A ROMA DAL XVI AL XIX SECOLO" edizioni RIVISTA MILITARE: 99.

"L'ESERCITO ITALIANO - STORIA DI UOMINI E ARMI" edizioni EDITALIA: 179, 180.

"LA MARINA ITALIANA - STORIA DI UOMINI E NAVI" edizioni EDITALIA: 204a, 229b, 230a, 345a.

"LE NAVI DA BATTAGLIA DELLA SECONDA GUERRA MONDIALE" edizioni ALBERTELLI: 344.

"I CACCIA DELLA SECONDA GUERRA MONDIALE" edizioni ALBERTELLI: 343.

"BOMBARDIERI 1939-45" edizioni ALBERTELLI: 346a, 346b.

"AVIAZIONE DELL'ESERCITO DALLE ORIGINI AI NOSTRI GIORNI" edizioni RIVISTA MILITARE: 411,412a.

"RIVISTA AERONAUTICA": 412b.

"RIVISTA MARITTIMA": 413a, 413b.

ARCHIVIO UFFICIO STORICO STATO MAGGIORE ESERCITO: 204b, 230b, 342a, 342b.

ARCHIVIO UFFICIO STORICO STATO MAGGIORE AERONAUTICA: 229a.

INDICE

INTRODUZIONE		p.	5
PARTE PRIMA:	SPADE, LANCE, FRECCE E REMI (Dai primordi al 1000 d. C.)	"	7
Capitolo 1° –	La preistoria	"	9
	La guerra terrestre	"	10
	Tecnologia e arte militare navale	"	20
Capitolo 2° –	I greco-macedoni	"	25
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	25
	Tecnologia e arte militare navale	"	32
Capitolo 3° –	I romani	"	37
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	37
	Tecnologia e arte militare navale	"	48
Capitolo 4° –	I barbari, gli arabi e i bizantini	"	53
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	53
	Tecnologia e arte militare navale	"	60
PARTE SECONDA:	CAVALIERI CORAZZATI, BOMBARDE, CANNONI, ARCHIBUGI E VELE (Dal 1000 d. C. al 1600 d. C)	"	67
Capitolo 1° –	Il regime feudale e le Crociate	"	69
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	69
	Tecnologia e arte militare navale	"	79
Capitolo 2° –	Le prime armi da fuoco	"	85
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	85
	Tecnologia e arte militare navale	"	94
PARTE TERZA:	FUCILI, BAIONETTE, CANNONI E VAPORE (Dal 1600 al 1800)	"	101
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	103
	Tecnologia e arte militare navale	"	116
PARTE QUARTA:	I DECISIVI PROGRESSI DELLA TECNOLOGIA (Dal 1800 al 1939)	"	125
Capitolo 1° –	La rivoluzione industriale del XIX secolo	"	127
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	140
	Tecnologia e arte militare navale	"	165
	I primi impieghi militari del "più leggero dell'aria"	"	176

	Capitolo 2° – Il XX secolo fino alla prima Guerra Mondiale	p.	181
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	182
	Tecnologia e arte militare navale	"	189
	Tecnologia e arte militare aerea	"	196
	Capitolo 3° – Il periodo fra le due guerre	"	205
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	205
	Tecnologia e arte militare navale	"	212
	Tecnologia e arte militare aerea	"	216
	La tecnica delle comunicazioni e lo sviluppo dell'elettronica	"	221
PARTE QUINTA:	GUERRA FRA CORAZZATI, AEREA E AERONAVALE (Dal 1939 al 1945)	"	231
	Capitolo 1° – La prevalenza del Tripartito	"	233
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	234
	Tecnologia e arte militare navale	"	243
	Tecnologia e arte militare aerea	"	255
	Capitolo 2° – La riscossa degli alleati	"	271
	Tecnologia e arte militare terrestre	"	271
	Tecnologia e arte militare navale, aeronavale e anfibia	"	285
	Tecnologia e arte militare aerea	"	306
	Tecnologia elettronica nelle comunicazioni	"	322
	Capitolo 3° – La bomba atomica	"	329
PARTE SESTA:	ATOMO, MISSILISTICA, AUTOMAZIONE E CONQUISTA DELLO SPAZIO	"	347
	Capitolo 1° – Evoluzione della tecnologia degli armamenti e dell'elettronica	"	349
	Capitolo 2° – L'arte militare e l'automazione	"	367
	Capitolo 3° – Il confronto fra le superpotenze	"	371
	Capitolo 4° – Le tecnologie della seconda metà del XX secolo	"	381
	Tecnologia missilistica	"	381
	Tecnologia nucleare	"	384
	Tecnologia spaziale	"	393
CONCLUSIONE		"	415
NOTE DIDASCALICHE		"	417
INDICE		"	419